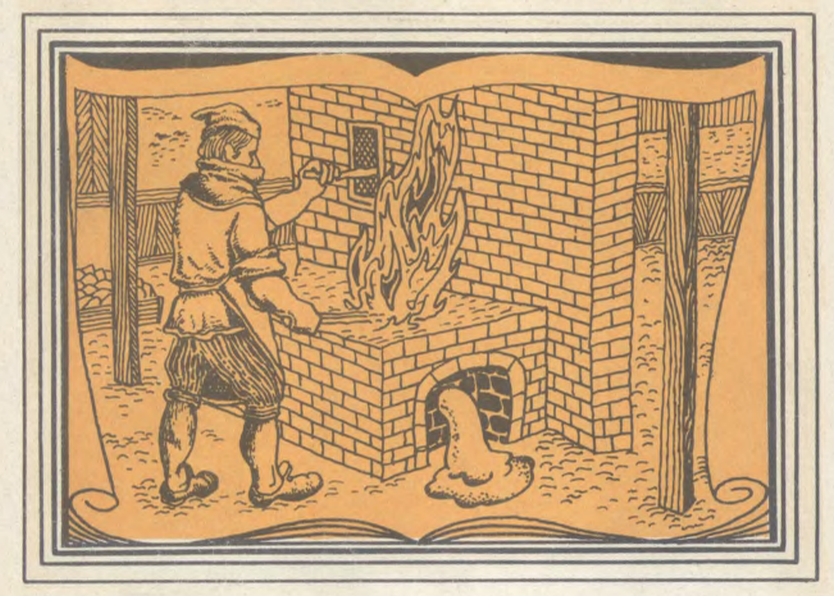
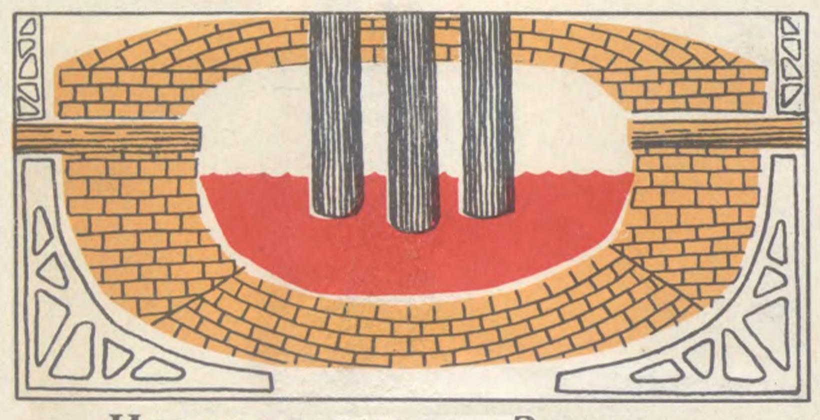
жизнь замечательных идей



Повесть о мастерах железного дела

Н.А. Мезенин



Издательство «Знание»

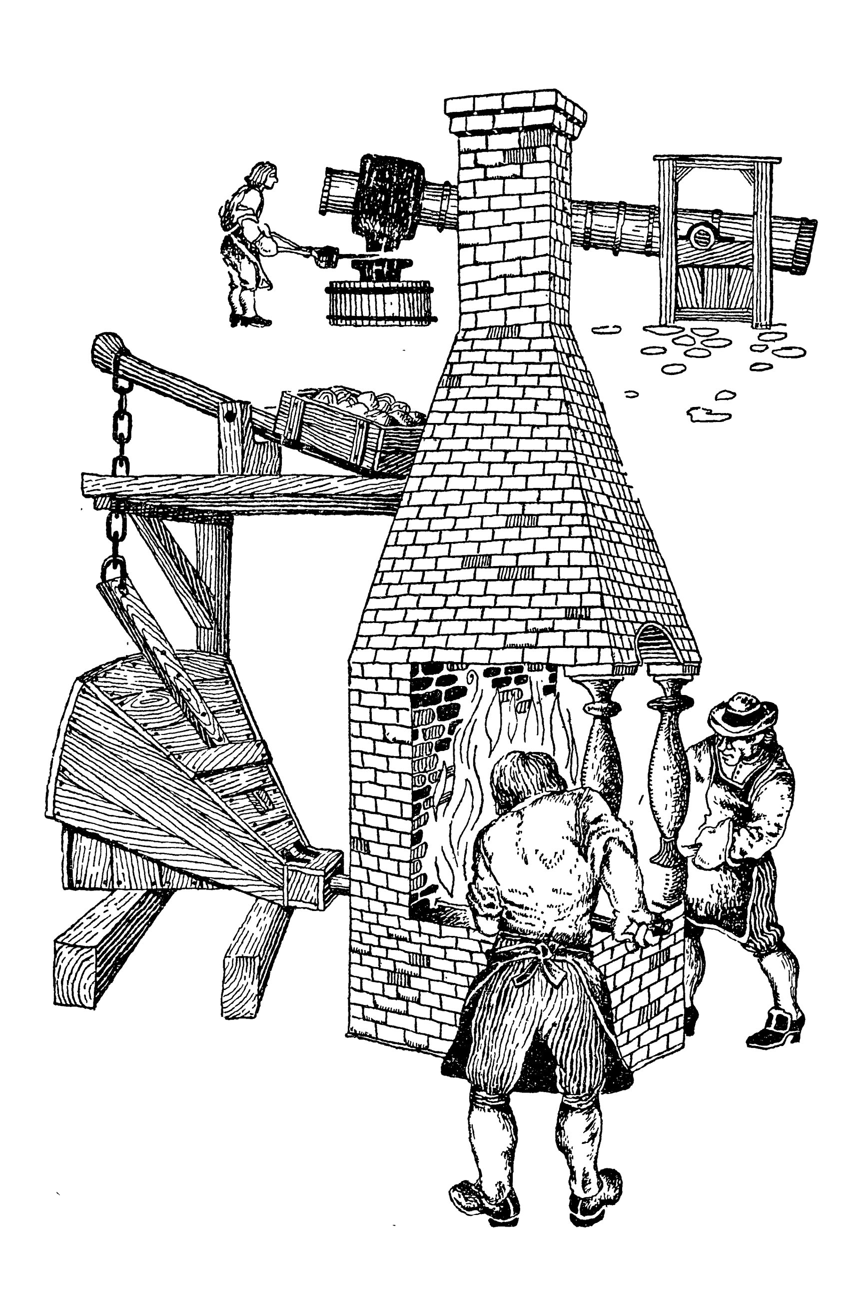
Н.А. Мезенин • Повесть о мастерах железного дела

БЫВАЮТ ВЕЛИКИЕ И ТИХИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ. ОНИ ВХОДЯТ В ЖИЗНЬ БЕСШУМНО И НЕЗАМЕТНО, НО, БЫТЬ МОЖЕТ, ТОЛЬКО БЛАГОДАРЯ ИМ ПОЯВЛЯЮТСЯ ШУМНЫЕ МАШИНЫ, ТЕПЛОВОЗЫ, ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ И ГРЕМЯЩИЕ МОСТЫ. ТАКОВЫ ИЗОБРЕТЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ.

В. ОРЛОВ

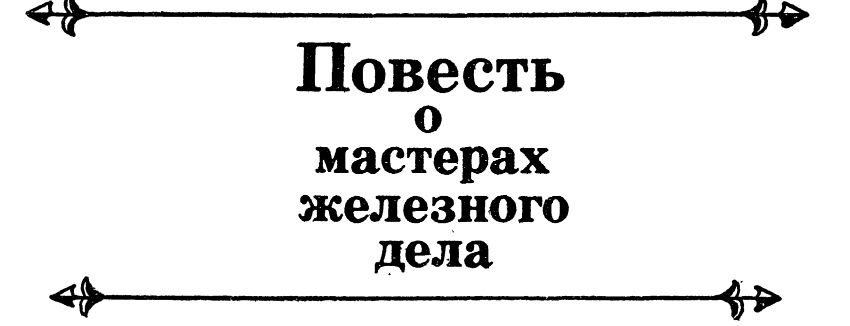
ИСТОРИЯ МЕТАЛЛУРГИИ, ОДНОЙ ИЗ САМЫХ РОМАНТИЧЕСКИХ И ЗАХВАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА, ЗНАЕТ НЕМАЛО КОЛОРИТНЕЙШИХ, ВЫДАЮЩИХСЯ ФИГУР.

Академик И. П. БАРДИН



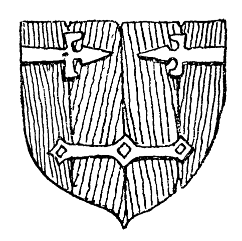
жизнь замечательных идей

Н. А. МЕЗЕНИН

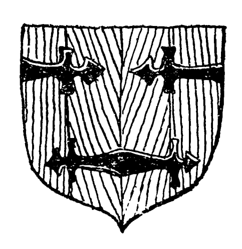


Повесть о мастерах железного дела

Издательство «Знание» Москва 1973



СОДЕРЖАНИЕ



НАЧАЛО ВЕКА МЕТАЛЛА

История не сохранила нам имен первых металлургов. О знакомстве человека с металлом мы можем судить лишь по раскопкам археологов и гипотезам ученых. Одно достоверно: металлургией человек овладел очень давно.

Источниками сведений о развитии металлургии в далеком прошлом служат древние рукописи, «блуждающие свидетели» (находки орудий труда, оружия, украшений) и «непосредственные свидетели» (следы выемки руд, остатки древних печей, шлаков). Археологи и историки техники восстанавливают картину постепенного знакомства человека с металлами.

Золото было первым металлом, с которым человек познакомился и начал обрабатывать его. И это, пожалуй, понятно: блеск золотых самородков мог скорее всего привлечь внимание людей. Самые древние золотые вещи, найденные археологами в Египте, изготовлены 8000 лет назад.

Уходит в глубокое прошлое также использование самородного серебра, меди и метеоритного железа. Все эти металлы человек обрабатывал только в холодном состоянии каменным молотом. Возможно, куски металла считали камнем, но только мягким, легко поддающимся обработке. Недаром ирокезы называли медь «красным камнем».

Век металлов наступил, когда человек освоил процессы выплавки металла из руды, горячей ковки его и литья.

Древнейшие находки предметов из рудного металла — медные трубочки в виде украшений, в завязках для одежды — относятся к шестому тысячелетию до нашей эры и найдены на Ближнем Востоке в Читаль-Нююк (Турция). Из меди были изготовлены первые металлические предметы для хозяйства, но все-таки чаще делали из нее украшения. Позже появилась бронза — сплав меди с оловом или сурьмой. Сплав оказался много тверже меди. Поэтому бронзовые изделия — оружие, орудия труда, домашняя утварь, украшения — были совершеннее каменных.

Железом человек овладел на несколько тысячелетий позднее, чем медью,— после того, как он научился не только плавить его, но и ковать.

Впервые железо земного происхождения в форме комков было обнаружено на Ближнем Востоке (Чегер-Бозер, Ирак). Оно датируется 3000 годом до нашей эры. К наиболее древним железным изделиям можно отнести также два предмета, найденные при раскопках в Египте: один в пирамиде, построенной 2900 лет до нашей эры, а другой — в Абидосе в могильнике, сооруженном лет на 300 позднее.

По мнению советских ученых, металлургия возникла самостоятельно в ряде мест земного шара. Различные народы осваивали ее в разное время. Так, в странах Малой Азии, Индии и Южной Европы металлургия железа получила широкое распространение уже около трех тысяч лет назад. У племен Северной Европы и в странах Дальнего Востока переход к железному веку начался лет на пятьсот позже. На территории нашей страны обработкой этого металла овладели в начале первого тысячелетия до нашей эры в Закавказье и в Средней Азии, то есть немногим меньше трех тысяч лет назад. На несколько сот лет позже научились добывать и обрабатывать железо уральские племена.

Месторождения этого металла имелись почти повсюду, а людей тогда не очень волновало — большие эти месторождения или мелкие, богатые или бедные. Железо добывали из любых месторождений, и его хватало на удовлетворение примитивных нужд древнего человека. Благодаря большой распространенности, а после открытия способов обуглероживания — и бо-

лее высоким механическим свойствам — железо в качестве материала для орудий труда стало вытеснять и камень, и бронзу, в огромной степени расширяя возможности человека в борьбе с природой. Создавались предпосылки для революционного подъема в развитии всей материальной культуры общества. Но тогдашние темпы развития материального производства надо сопоставлять не с нынешними, а с теми, которые предшествовали наступлению эпохи железа. Резкие изменения в технике, в производстве ныне происходят у нас буквально на глазах — в течение нескольких лет, от силы десятилетий. Тогда для этого нужны были столетия.

Первый процесс получения железа, названный позже сыродутным, существовал, например, в течение многих и многих столетий. В яму, вырытую где-либо на склоне холма, насыпали железную руду в смеси с древесным углем и плотно закрывали. Эту смесь сырья (по-современному — шихту) поджигали и раздували, пользуясь естественной тягой или позже искусственными дутьевыми средствами — дутьевой трубкой, соплом или воздуходувными мехами, приводимыми в движение вручную или с помощью животных.

В процессе горения в горне образуется окись углерода CO и под ее воздействием происходит восстановление окислов железа. В сыродутном горне не могли достичь температуры расплавления железа, а получали лишь тестообразную размягченную массу, крицу, в которой оставался шлак — окислы пустой породы, руды и зола топлива. Проковкой крицы удавалось частично удалить шлак, металл удовлетворял первые потребности человека. Позже его назвали сварочным железом, так как оно хорошо поддавалось сварке в разогретом состоянии и из небольших кусков металла можно было сварить путем ковки различные изделия.

Операция нагрева и проковки крицы производилась иногда до пяти-шести раз. Для получения одного килограмма крицы требовалось около двенадцати килограммов сухого древесного угля и около девяти килограммов руды с содержанием до 60 процентов железа. По сути дела, из такого количества руды извлекалось только около одной пятой части содержа-

щегося в ней железа. В час добывалось не более — или чуть более — полукилограмма сварочного железа. Сколько же нужно было древнему мастеру железного дела затратить времени, труда и сил, чтобы получить десяток-другой килограммов металла? Но, что самое поразительное для современного человека, этот метод выплавки железа, зародившийся еще в недрах первобытнообщинного строя, обеспечивал металлом рабовладельческое общество и перешел в Средневековье.

Конечно, с развитием производительных сил возрастала и потребность в металле. Люди задували все новые и новые горны, увеличивали их размеры. Но для больших горнов нужно было одновременно загружать и больше шихты. А чем выше слой шихты, тем труднее обеспечить горн нужным количеством воздуха. Прежние средства подачи воздуха с этим не справлялись. Где-то в XI—XII веках было изобретено водяное колесо. Кто-то из металлургов приспособил его для приведения в движение воздуходувных мехов. Появилась возможность подавать больше воздуха, тем самым значительно увеличив давление дутья. Горны росли в высоту, их стали называть домницами.

Резкое увеличение размеров горнов и силы дутья привело к неожиданным результатам. Вместо привычной полугустой массы сварочного железа на дне горна появился жидкий металл, который после застывания не ковался, а ломался под молотом. Это был чугун — сплав железа с углеродом. Получение такого хрупкого и негодного металла приписывали небрежности рабочих — их за это даже наказывали. Отношение к чугуну отразилось и в местных названиях его: в Австрии его называли сорный, или навозный, камень, в Германии — грязный камень, в Англии — свинское железо. Но потом было замечено, что жидкое «свинское железо» обладает способностью хорошо заполнять формы. Было получено чугунное литье, которое (конечно, в измененном, усовершенствованном виде) дошло и до наших дней. Да и сам процесс получения чугуна также дошел до наших дней и называют его доменным процессом.

В его сохранении и развитии проявилась историческая закономерность: ведь металлурги не могли вернуться к старому малопроизводительному способу

получения сварочного железа — не позволяли все возрастающие потребности в металле. Надо было найти новый способ переработки чугуна в сварочное железо. И он был найден. Сущность его была в том, что кричный горн загружался кусками твердого чугуна в смеси с древесным углем. В ходе процесса происходило размягчение чугуна, окисление его примесей и в первую очередь углерода, отчего в металле повышалась точка плавления, он загустевал, и опять получалась крица сварочного железа.

Железо поначалу получалось загрязненное шлаком, было неоднородным по содержанию углерода — его количество в разных крицах колебалось от сотых долей до одного процента. Однако по сравнению с сыродутным процессом уменьшились потери металла со шлаками. Часовая производительность процесса составляла 40—50 килограммов сварочного железа. Произошел почти стократный скачок в производительности по сравнению с прежним процессом!

Вот так в средние века произошла техническая революция в металлургии — разделение единого прежде процесса на две стадии или ступени. Двухступенчатый передел в основных чертах сохранился до наших дней, претерпев изменения главным образом в области создания новых процессов на второй стадии.

Здесь нам надо внести ясность в некоторые названия черных металлов. Мы употребляем слова чугун, сталь, железо. Сталь отличается от чугуна тем, что содержит значительно меньше углерода (менее двух процентов) и других примесей. Само железо в чистом виде сейчас в технике не употребляется. Под этим словом обычно понимают мягкую сталь, содержащую мало углерода и иных примесей. Иногда термином «железо» обозначается вся совокупность продуктов черной металлургии, изделия из чугуна и стали.

В древности и в средние века металлурги добивались замечательных успехов в своем ремесле — изготовляли уникальные изделия. Высоким достижением искусства древних была знаменитая булатная сталь, известная как индийский вутц, китайский серик, дамасская сталь, персидский табан, среднеазиатский фулад. Первые сведения о булате связаны с походами

Александра Македонского в Индию. Это было почти 2300 лет до наших дней.

Можно рассказать и о знаменитой победной колонне во дворе мечети Куват-уль-Ислам в Дели, сделанной индийскими ремесленниками в 415 году. Колонна весит около шести с половиной тонн, высота ее 7,3 метра, диаметр у основания — 41,6 сантиметра, у верха — 29,5 сантиметра. Она изготовлена почти из чистого железа — в ней 99,7 процента железа и совсем немного углерода, серы и фосфора. Этим и объясняется то, что она сохранилась, не тронутая коррозией, до наших дней.

Древняя Индия вообще славилась искусством своих металлургов. Во многих старинных храмах встречаются железные балки длиной до 6 метров. Историки сообщают, что применявшиеся при сооружении египетских пирамид орудия из железа для обработки камня изготовляли в Южной Индии, которая вела оживленную торговлю с Римом, Египтом и Грецией. Индия настолько была известна на Востоке своими изделиями из стали, что у персов в разговоре о чем-нибудь излишнем и ненужном бытовала поговорка: «В Индию сталь возить».

Известен памятник иранской архитектуры XIV века — купольный мавзолей-мечеть Ольджайту-хана в Султании. Она была декорирована мозаикой из разноцветных глазурованных плиток. Главной достопримечательностью мавзолея были двери гробницы хана, сделанные из тончайшей индийской стали. Из стали была сделана и решетка «толщиной в руку», окружавшая могилу Ольджайту-хана. Она якобы была изготовлена из одного куска стали, и в Индии над нею трудились будто бы свыше семи лет.

А достижения литейных мастеров древности?

Самая древняя бронзовая скульптура, одно из семи чудес света — Колосс Родосский высотой 36 метров и весом 12,5 тонны, изготовлена в III веке до нашей эры. Даже в наши дни Колосс мог бы считаться гигантской скульптурой — он ведь в три раза выше Медного всадника и в два раза выше памятника Екатерине II в Ленинграде.

Средневековые литейщики продолжали совершенствовать свое мастерство. «Чудом» города Нара

называют бронзовую статую большого будды Дайбацу в храме Тодайдзи. Это самый большой памятник такого рода в Японии и, вероятно, самая крупная скульптура из металла в мире. Поджав под себя ноги, в умиротворенной позе восседает будда на троне в виде колоссального цветка лотоса диаметром в 20 метров. Высота статуи с пьедесталом около 22 метров, длина протянутой руки около 5 метров. На раскрытой ладони будды могли бы свободно танцевать несколько пар. Вес гигантской скульптуры 437 тонн. Внутри она полая и поддерживается сложной и прочной системой деревянных креплений. Работа над ней шла около десяти лет, и отливку закончили в 749 году. Голову и шею будды отливали в одной опоке, корпус и лотосовую основу — в отдельных изложницах. Затем все части спаяли вместе и позолотили.

И все же это были лишь отдельные достижения выдающихся мастеров. В основном же металлургия нуждалась в значительном совершенствовании. С усложнением технологии, возрастанием масштабов средневекового производства возникла потребность в объяснении и описании всех металлургических процессов. Ведь в те времена ремесла развивались путем передачи накопленных навыков и приемов по наследству, обычно в семейном кругу.

Люди и раньше пытались как-то сформулировать свои представления о металле. Еще в первом веке до нашей эры замечательный древнеримский мыслитель Лукреций Кар в своей философской поэме «О природе вещей» объясняет, как произошло первое знакомство человека с металлом. «После того как огонь истребил, охвативши пожаром, лес на высоких горах... на земле появились слитки застывшие» металла. Это навело людей на мысль, что, «расплавив, металлы возможно в форму любую отлить и любую придать им фигуру». Лукреций утверждал: «применение меди скорей, чем железа, узнали: легче ее обработка, а также количество больше».

Энциклопедически образованный ученый древности Аристотель (IV век до нашей эры) объяснял возникновение металлов уплотнением воздуха во внутренности земли. По его теории, минералы образовались от земных испарений: камни — из сухих,

а металлы — из влажных. Поэтому, считал он, камни не плавки и хрупки, металлы же — плавки и ковки.

Окислы металла древние авторы принимали за неочищенный металл. Платон (V—IV вв. до нашей эры) полагал, что ржавчина образуется от выделения из металла землистых примесей. Римский ученый Плиний Старший (I в.) принимал окислы железа за золу, образующуюся при его прокаливании. Ученые того времени уже отличали сталь от железа, но думали, что сталь образуется в результате очищения железа. Плиний подробно описывает золото, растущее, по его мнению, вместе с другими металлами в земле, затем серебро, медь, ртуть, железо, галмей, олово.

Представления древних о металлах и сущности технологических процессов были наивны. Однако от этих отрывочных высказываний древних авторов о металле начинается история научной мысли в металлургии, а точнее — донаучный ее период.

Теорией металлургии в средние века занимались алхимики. Со своей туманной терминологией, нарочито непонятной для непосвященных, они внесли немало путаницы. Алхимики считали, что все разнообразные тела окружающей природы строятся из трех «философских элементов» — серы, ртути и соли.

Знаменитый алхимик Гебер (VIII—IX вв.) так объяснял возникновение железа: «Когда прочная земляная сера смешивается с прочной земляной ртутью, причем оба недостаточно белы и содержат синьку, то часть серы получает перевес и тогда получается железо».

Алхимик Магнус (XIII в.) утверждал: «Сталь это не что иное, как железо, только значительно чище вследствие того, что водянистая часть железа удалилась путем дистилляции; кроме того, сталь стала тверже и плотнее железа вследствие силы огня; она становится тем крепче, чем чаще ее накаливают. Сталь становится белее в результате отделения землистых примесей, и, когда она становится слишком крепкой, она лопается и рассыпается под молотом на куски по причине чересчур сильного высыхания».

Всесильная в те времена церковь не только не поощряла поиски научных истин, но и жестоко

преследовала за малейшие отступления от религиозных догм. Все сущее на земле было объявлено от бога и никаким объяснениям, кроме божественных, не подлежало. Как выразился философ-схоласт Фома Аквинский, говоря о ковкости железа: «Такова природа его». Подобные «теоретические» высказывания, конечно, ничем не помогали средневековому ремесленнику-металлургу. Он мог полагаться только на свой личный опыт.

Первый вклад в научное описание существующих приемов и навыков в металлургии внес Агрикола.

АГРИКОЛА

Георг Бауэр, более известный под латинским именем Агриколы (1494—1555), выдающийся ученый и практический деятель эпохи Возрождения, родился в Глаухау, старом славянском селении в Саксонии. Его отец, зажиточный текстильщик, с большим почтением относился к знаниям и весьма заботился об образовании своих детей.

Начав учение в сельской церковной школе, молодой Георг в 1514 году окончил так называемую латинскую школу в Цвикау. В Лейпцигском университете он изучал философию, теологию, филологию и древние языки. После окончания университета получил ученую степень бакалавра.

В 1524 году Агрикола отправился учиться в Италию, где встречался со многими выдающимися деятелями эпохи позднего Возрождения. Занимался он не только в основных научных центрах страны — университетах Болоньи и Падуи, но побывал также в Венеции, Риме, Флоренции. Агрикола изучал в подлинниках труды античных ученых, интересовался и произведениями мыслителей Востока. Он познакомился с трудами Ибн-Сины (Авиценны) и Джабира ибн-Хайяма (Гебера). Агрикола переводит совместно с другими учеными поэтов, трактаты знаменитых врачей древности. В годы учения и путешествий Агрикола знакомился в Италии с добычей полезных ископаемых и выплавкой металлов. Он был удостоен

ученых степней доктора медицины и доктора философии.

Получив в Венеции отказ заниматься горным делом и минералогией, Агрикола в 1526 году возвратился в Германию, в город своей юности — Цвикау. Вскоре он занял должность городского врача в Хемнице. Через год, желая глубже изучить горное дело и минералогию, переехал в Иохимсталь (ныне Яхимов в ЧССР). Здесь он занимался не только врачебной практикой среди горняков, но и изучал горное дело. Тут им была создана первая книга по горному делу «Берман, или Беседы о горнорудном деле» (1530). В ней кратко излагается история горного дела, рудников, горных центров, описываются некоторые полезные ископаемые.

Последний и наиболее плодотворный период жизни Агрикола провел в Хемнице (на латыни — Кемпниц, ныне Карл-Маркс-штадт), куда вернулся в 1533 году. Как минералог: Агрикола приобрел такую славу, что из самых различных мест ему присылали образцы минералов, руд и кристаллов. Он вел оживленную переписку с учеными других стран. Агрикола всецело посвятил себя горному делу, получая за службу от местного курфюрста, как это тогда было в обычае, готовую квартиру и довольно неаккуратно годовое жалованье. Здесь он написал 8 научных работ и 2 политические статьи о войне с турками. Подпись его была пышной по обычаю тех времен: Агрикола Георг Кемпниц Германдурский.

Возрождение Ф. Энгельс назвал величайшим прогрессивным переворотом из всех пережитых до того времени человечеством, эпохой, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености [1]. Такими титанами эпохи Возрождения были Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Георгий Агрикола и другие ученые. Они своими трудами заложили основы современного естествознания, базирующегося на систематическом исследовании явлений и законов природы.

---

[1] См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 346.

Эпохой Возрождения, серединой XVI века, датируется Ф. Энгельсом период зарождения современной науки. Происходит внедрение в науку экспериментального метода, освобождение науки от схоластики и религии, отделение научных знаний от умозрительной философии.

Ф. Энгельс отмечал, что «с самого начала возникновение и развитие наук обусловлено производством» [1]. Этот решающий фактор влиял и на основание горной науки Агриколой. Потребность в расширении производства и росте его объема требовала уже теоретического осмысления практики, а главное — описания известных производственных приемов с целью распространения опыта поколений вширь. А в практике металлургии этого времени происходят знаменательные события — совершается техническая революция в области производства железа. В XIV веке появилось доменное производство и новый способ переработки чугуна в железо — кричный процесс. Эти преобразования начались за сотню лет до появления трудов Агриколы на юге в Италии, на севере — в Нидерландах, в районе Люттиха — Льежа в Бельгии, но теперь, в годы жизни ученого, техническая революция распространилась и на другие районы Европы.

Главные задачи развития естествознания заключались, по словам Энгельса, в том, чтобы справиться с имевшимся налицо материалом. «В большинстве областей приходилось начинать с самых азов»,— отмечал он [2].

В минералогии, горном деле и металлургии хотя и имелись предшественники, но их нельзя было принимать всерьез. Авторами первых книг о металлургии были церковники, наиболее грамотная часть населения того времени. Так, в 1460 году в церковной рукописи упоминалось о расстройстве хода доменной печи и было описано «чудо», сотворенное флорентийским епископом Антонием. Благодаря его молитвам удалось якобы избавиться от «козла», образовавшегося в доменной печи.

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 500.
[2] Там же, стр. 347.



Большой производственный опыт в горном деле, накопленный к середине XVI века в странах Западной Европы, был впервые обобщен Агриколой в главном его труде, законченном им в 1550 году и опубликованном в Базеле в 1556 году посмертно.

Полное и пространное, по обычаю тех времен, название книги Агриколы может служить и краткой аннотацией содержания. Вот оно: «Георгия Агриколы врача в Хемнице и известнейшего философа **о горном деле и металлургии двенадцать книг,** в которых обязанности, инструменты, машины и все вообще относящееся к горному делу не только самым достоверным образом описывается, но и столь наглядно показывается при помощи размещенных в соответствующих местах изображений, с присовокуплением их латинских и немецких наименований, что они не могли бы быть переданы с большей ясностью».

В предисловии к книге автор отметил:

«Я разрешил себе благоразумно обойти молчанием все то, что я сам не видел и не читал или не узнал от людей, заслуживающих доверия. Мною таким образом указано лишь то, что я сам увидел и что, прочитав или услышав, сам взвесил» [1].

Агрикола, в частности, не забывает сослаться в своем труде на сочинение Бирингуччо, с которым он познакомился во время путешествия по Италии.

Итальянский инженер и ученый Ванноччо Бирингуччо (1480—1539) долгое время изучал горное дело в Италии, Чехии, Австрии. Он был автором одной из первых технических книг, посвященных горнорудному делу, металлургии, гончарному производству — «Пиротехника» (издана в 1540 году в Венеции).

В ней автор описывает особую шахтную печь для переплавки твердого чугуна, различные способы производства железа, способы превращения дров в уголь, лабораторию для проб руды, построенный автором групповой привод нескольких воздуходувных мехов от одного водяного колеса, устройство, где водяное колесо приводит в движение коленчатый рычаг,

---

[1] Г. Агрикола. О горном деле и металлургии в 12 книгах. М., АН СССР, 1962, стр. 13.

который при каждом полуобороте протаскивает проволоку через волочильную плиту.

Агрикола сообщает в своей книге: «...недавно Ванноччо Бирингуччо из Сиены, муж, сведущий во многих вещах и обладающий красноречием, разобрал на итальянском языке вопросы, касающиеся выплавки, отделения и сплава металлов. Однако он лишь вскользь коснулся способа выплавки многих из них. Более ясно он изложил способы получения некоторых растворов. Читая у него о последних, я вспоминал, как в свое время наблюдал в Италии их изготовление. Всех же остальных предметов, о которых я пишу, он не касался вовсе, или если касался, то лишь слегка» [1].

В первой книге трактата «О горном деле и металлургии» Агрикола говорит о значении добычи железных ископаемых и выплавки металлов для человечества. В то время требовалось еще доказывать очевидную теперь истину и убеждать нарождающуюся буржуазию вкладывать капиталы в горное дело и металлургию. «С устранением металлов из обихода людей,— заключает Агрикола,— была бы уничтожена всякая возможность как ограждения, так и поддержания здоровья, так и вообще ведения цивилизованного образа жизни» [2]. Он опровергает взгляды хулителей горного дела, утверждая, что горное дело более доходно, чем сельское хозяйство.

Кончилось время, когда отдельный ремесленник со своей семьей мог вести все производство,— теперь требовались иные масштабы из-за усложнения и укрупнения производства.

Далее автор переходит к характеристике необходимых качеств для профессии металлурга: «Многие придерживаются такого мнения о горном деле, что оно якобы является делом случайным и грязным, и притом занятием такого рода, которое требует не столько искусства, сколько физического труда... Горняку, кроме того, нельзя быть несведущим и во многих других искусствах и науках» [3].

---

[1] Г. Агрикола. О горном деле и металлургии в 12 книгах. Стр. 11.
[2] Там же, стр. 68.
[3] Там же, стр. 15—16.

Автор перечисляет науки, знание которых необходимо для занятия горным делом. Среди них философия («дабы он мог знать происхождение и природу подземного мира»), медицина, астрономия, наука чисел и измерений, архитектура, рисование и вопросы права.

Вот чем определялся круг профессиональных знаний металлурга четыре сотни лет назад. Какие же знания требуются теперь металлургу в условиях современной научно-технической революции?!

Интересны высказывания Агриколы по минералогии полезных ископаемых. Он высмеивал существовавшие в то время взгляды, будто не только горные породы, но и содержащиеся в них минералы созданы богом при сотворении мира такими, какими их находят люди, и что они не подвергались воздействию ни времени, ни сил природы. Это противоречило, по его мнению, всякому опыту. Такими же нелепыми, по мнению Агриколы, были «теории» средневековых астрологов о происхождении металлов под действием небесных светил (например, железо, по их понятиям, образовалось под влиянием планеты Марс).

Объясняя природу месторождений металлов, сам Агрикола тоже, конечно, был еще далек от истины, но в его теории не было места ни мистике, ни богу. Он считал, что решающую роль в образовании рудных месторождений играет вода, под влиянием которой образуются трещины и щели в земле. Они, заполняясь различными минеральными веществами, дали начало рудным месторождениям. До Агриколы было известно только 60 минералов, он описал 20 новых и высказал предположение о существовании других, еще не открытых.

Агрикола был противником алхимии, вернее «искусства делать золото». Он не признавал алхимических определений металла. Металл — это жидкое или твердое ископаемое тело, плавящееся на огне, говорил он. При охлаждении к нему возвращаются его прежние свойства, чем он существенно отличается от камня.

В 12 главах своей книги Агрикола обстоятельно описывает комплекс процессов горно-металлургического производства: поиски и разведку ископаемых,

вскрытие и разработку месторождений, обогащение руд, пробирное искусство и металлургические процессы, в первую очередь металлургию золота, серебра, свинца, меди. Он касается и многих других вопросов — в частности, подробно описывает отпуск стали.

Книга превосходно оформлена. Агрикола пригласил лучших художников, которые нарисовали инструменты, механизмы, печи, сосуды, желоба, «дабы понимание незнакомых вещей, обозначенных словесно, не представляло затруднения ни для современников, ни для потомков». И теперь редкая книга по истории техники и металлургии выходит без этих рисунков.

Труды Агриколы получили признание ученых. Эразм Роттердамский высоко оценил его первый труд и еще в 1531 году предсказывал, что Агрикола «в ближайшем будущем будет на первом месте среди великих ученых». Главный труд Агриколы подал важные мысли философу Бекону, всюду подчеркивавшему практико-техническую пользу науки. Его книга была в личной библиотеке Ньютона. Ею пользовался М. В. Ломоносов, который называл Агриколу человеком «в рудных делах преискусным». Гёте писал об Агриколе как о естествоиспытателе: «Он разгадывал тайны гор, владел искусством горного дела, открывал важные полезные ископаемые, изучал, обрабатывал и очищал их, делал их полезными для человеческих нужд. До сих пор мы восхищаемся его произведениями, где сконцентрированы все старые и новые сведения по горному делу и металлургии. Эти произведения оставлены нам как чудесный подарок».

Трактат Агриколы благодаря богатству содержания, точности языка и наглядности иллюстративного сопровождения (275 гравюр) более двух веков служил учебником по технике горного дела, металлургии и пробирному искусству. Он переиздавался в Западной Европе в XVI—XVII веках семь раз. Как историко-технический и литературный памятник печатался пять раз уже в нашем столетии.

ПУШКИ И КОЛОКОЛА

Первые пушки были сродни обычным бочкам. Стволы их лить целиком не умели и потому изготовляли из отдельных металлических листов, скрепленных обручами. До изобретения ядер такие орудия заряжали подходящими по размеру булыжниками. В то время в армиях имелся даже специальный род войск — собиратели булыжников.

Применение пороха в огнестрельном оружии с XIV века вызвало бурное развитие артиллерии, явившейся крупным потребителем металла для пушек и ядер. Артиллерийские орудия того времени отличались огромной величиной и тяжестью. В XV веке, например, в Генте (Бельгия) была отлита железная пушка «Бешеная Грета» калибром 64 сантиметра, длиной ствола 505 сантиметров, весом 14,6 тонны. В 1408 году для тевтонских рыцарей отлили пушку весом 10,4 тонны.

Не отставали от бельгийских и немецких мастеров и русские литейщики. В 1554 году была отлита в Москве чугунная пушка весом 1200 пудов, диаметр дула этой «малютки» превышал 15 вершков (вершок равен 4,4 сантиметра). К середине XVI века московский гарнизон по оснащенности артиллерийскими орудиями занимал одно из первых мест в Европе. Да это и не удивительно. В русском государстве действовали казенные предприятия — Оружейная палата и пушечные дворы в Москве, Новгороде, Пскове, Туле. Посол императора священной Римской империи Максимилиана II Кобенцель доносил, что великий князь московский Иван IV имеет в изобилии всякого рода орудия, «а огнестрельный наряд такой, что кто не видел его — не поверит описанию, у русских всегда наготове не меньше 2000 всяких орудий... Меня уверяли клятвенно, что, кроме других, в двух только местах хранится две тысячи орудий со множеством разнородных махин. Некоторые из этих орудий так велики, широки и глубоки, что рослый человек в полном вооружении, стоя на дне орудия, не может достать его верхней части».

Выдающимся пушечным и колокольным мастером второй половины XVI века был Андрей Чохов. Свы-

ше 60 лет проработал он на московском Пушечном дворе. К сожалению, до нас дошли очень скудные сведения об этом замечательном мастере. Сохранились они лишь в документах о его отливках да в надписях на пушках. Первая датированная работа Чохова — медная пищаль весом 43 пуда — относится к 1568 году, когда он был еще учеником мастера Кашпира Ганусова. Эта пищаль была своеобразным отчетом ученика, державшего экзамен на звание мастера. По всей вероятности, качество работы было весьма высоким, ибо более ста лет спустя пищаль еще числилась в действующей артиллерии русской крепости Смоленска.

В Смоленске же находилась отлитая Чоховым в 1575 году 12-фунтовая (по весу ядра) пушка — осадное орудие «Лисица». В 1576—1579 годах Чохов отлил две одноименные пищали «Волк» и крупнейшую по тем временам пушку «Инрог» (454 пуда). Эти орудия участвовали в Ливонском походе Ивана Грозного и в осаде Вендена. Летописец того времени Павел Одерборн так описывал осаду Вендена: «Московиты имеют пушку огромной величины и силы, называемую «Волком». Она установлена впереди их лагеря и выбрасывает дротики шестифутовой толщины». Другой средневековый историк писал, что «русский царь до такой крайности довел этот город своими огромными пушками, что разрушил и сравнял с землей каменную стену, начиная от Массавской башни до бастиона».

Надо полагать, что в годы царствования Ивана Грозного (до 1584 года) Чохов сконструировал и отлил множество пушек. Созданные орудия, особенно «Инрог», подтверждают, что он был одним из ведущих пушечных мастеров того времени.

Талант Чохова особенно проявился в годы царствования Федора Ивановича (1584—1598). В 1587 году появилась огненная пищаль «Егуп» конструкции и работы Чохова. Это было особое орудие: огненные заряды зажигались перед выстрелом непосредственно в стволе. В известном «Уставе ратных, пушечных и других дел, касающихся до воинской науки», составленном Онисимом Михайловым в начале XVII века, описывается изготовление различных

огненных ядер: «огненное ядро, которое б в воде горело»; приводится рецептура трассирующих составов — «наука стрельбе, что можно видеть ночью, куда ядро бежит».

В 1590 году, когда была объявлена война шведам, Чохов отлил пять крупных стенобитных орудий: «Лев», «Троил», «Аспид», «Скоропея», «Соловей». Отливка таких орудий требовала громадного труда и умения. Каждая пушка формовалась и отливалась больше года. Медленная формовка — так и назывался тогдашний способ изготовления пушек. Особенно много времени уходило на просушку глиняной формы и модели.

Выдающимся произведением Чохова является всемирно известная Царь-пушка (1586), находящаяся и поныне на территории Московского Кремля. Она так названа по изображению на ней царя Федора Ивановича на коне и в военном уборе, в шишаке. Внушительны ее размеры: общая длина ствола 5 метров 34 сантиметра, калибр у дульного среза 890 миллиметров. По длине ствол пушки имеет 6 калибров, тогда как у мортир XVII—XVIII вв. он не превышал 2—2,5 калибра. Вес пушки 2400 пудов (40 тонн), а каждого ядра — около 2 тонн, вес заряда 480 килограммов. Царь-пушка не имела обычного лафета. Она располагалась на специальном станке с определенным, заранее заданным углом возвышения. В 1835 году для нее, как и для других пушек Кремля, были отлиты декоративные чугунные лафеты. У лафета лежат 4 огромных ядра, сложенных в пирамиду. Это декоративные чугунные гранаты, полые внутри, с толщиной стенок 9 сантиметров. В старину Царь-пушку называли еще «Дробовик Российский», так как она была рассчитана на стрельбу «дробом», то есть картечью.

Царь-пушке не довелось участвовать в боевых действиях. Но она для них предназначалась. Историки предполагают, что в 1591 году при приближении к Москве полчищ крымских татар в боевую готовность была приведена вся московская артиллерия, в том числе и Царь-пушка. Ее установили, вероятно, в Китайгороде для защиты главных кремлевских ворот и переправы через Москву-реку. Кстати, нашест-

вие на Москву было отбито только артиллерийским огнем. От страха татары на следующий же день после нападения бежали

Другой замечательной работой Чохова является отлитая из меди стоствольная пищаль (1588). Калибр каждого ствола 50 миллиметров. Это было подлинное чудо артиллерийского искусства того времени.

Почти семидесятилетний мастер в 1616 году отлил стенобитное орудие «Царь Ахиллес»: по длине ствола примерно на метр больше, чем Царь-пушка, вес 230 пудов. Это было наиболее искусное и совершенное орудие. В отливке его принимали участие до 60 человек — кузнецы, плотники, подсобные рабочие.

Последняя работа Чохова с сохранившейся датой (1629) — медная пищаль весом 33 пуда 3 фунта. Больше имя Чохова в документах не встречается.

Выдающееся мастерство Чохова-литейщика прежде всего поражает колоссальными размерами отливок, великолепной их отделкой и превосходным качеством литья. Он в совершенстве владел методом расчета отливок. Андрей Чохов не был виртуозом-одиночкой. С ним вместе и после него работали многочисленные ученики его — замечательные мастера своего дела, создавшие подлинные шедевры литейного производства,— Дружина Богданов, Сенька Артемьев, Тарас Григорьев, Мартын Кузьмин и другие.

Профессор Н. Н. Рубцов в своем списке русских литейщиков XV—XVII вв. приводит 505 имен. В начале XVIII века в разных городах России насчитывалось 9500 пушкарей. Значит, русская артиллерия обладала немалым количеством орудий. В этом заслуга русских литейщиков.

Но не только пушками славились русские литейщики. Были на Руси чудесные мастера колокольного литья. В России литье колоколов известно с X века. В начале XIV века литейное искусство достигло больших успехов. Мастера отливали колокола весом более полутора тонн. В XV веке в Москве открылся Пушечный двор для литья колоколов и пушек. Появились новые колокольные заводы в Воронеже, Валдае, Костроме, Енисейске.

Почти каждая страна стремилась создать самый большой колокол. Так, в Европе славился Кельнский

колокол весом около 1000 пудов (16 тонн). Крупнейшим в мире долгое время считался Пекинский колокол (40 тонн). Японцы имели в храме Пион-ин колокол весом 75 тонн. Но с 1653 года с отливкой колокола в 8000 пудов первенство в этом «весовом соревновании» переходит к Москве. Из 12 крупнейших колоколов мира — половина русские, из них три — непревзойденные по весу.

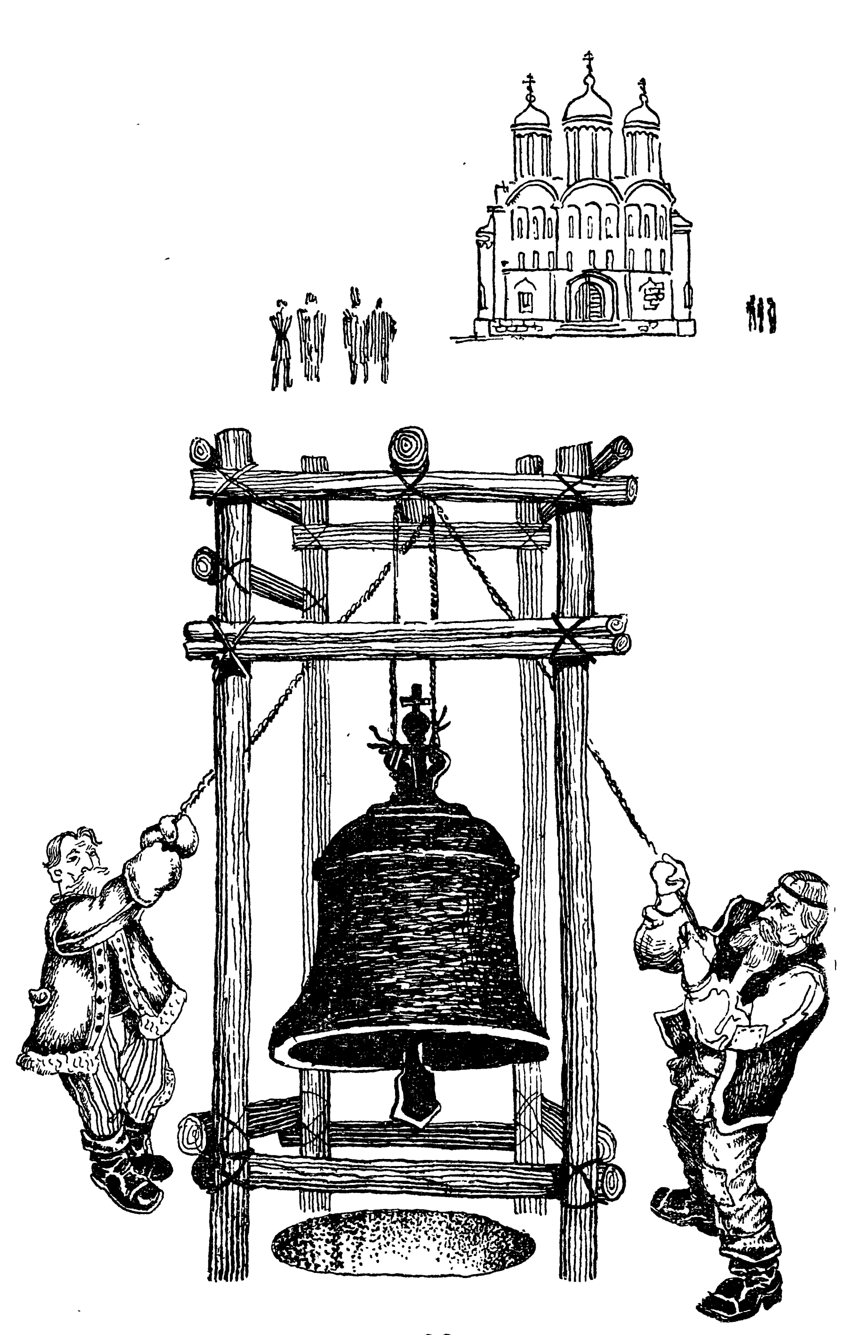
Колокольное литье имело своих выдающихся мастеров.

А. Чохов назывался пушечным и колокольным мастером. В 1621 году он отлил 4 колокола, а в 1622 году перелил колокол «Реут» весом 2000 пудов для колокольни Ивана Великого. «Реут» отличался необыкновенной толщиной краев.

Колокольня Ивана Великого была построена в 1505—1508 гг., затем она надстраивалась. На Филаретовской постройке и звоннице сохранились до наших дней три колокола: Большой колокол, отлитый в 1817—1819 гг. на заводе М. Г. Богданова, колокол «Реут» Андрея Чохова и третий — Вседневный колокол весом 13 тонн 71 килограмм, отлитый мастером Иваном Моториным в 1704 году. Так на колокольне Ивана Великого встретились произведения двух литейных мастеров — Андрея Чохова и Ивана Моторина. Первый больше прославился отливкой пушек, второй — отливкой колоколов.

Семья московских колокололитейных мастеров Моториных оставила многочисленные памятники своего мастерства, созданные на протяжении 1687—1750 годов. Наиболее выдающимися из семейства Моториных были Иван Федорович (около 1660—1735) и его сын Михаил Иванович (умер в 1750 г.). Правда, они работали и над отливкой пушек. В период 1701—1704 годов Иван Моторин на своем колокольном заводе отлил 113 шестифунтовых пушек для петровской артиллерии. Но больше всего старший Моторин занимался отливкой колоколов. Колокола эти звонили в Москве, Петербурге, Киеве, Старой Руссе, Новгороде.

Помимо работы на собственном литейном заводе, Иван Моторин числился «артиллерии, колокольных дел мастером», то есть работал на Пушечном дворе.



Поэтому он в 1730 году и получил заказ от императрицы Анны Иоанновны на отливку колокола-великана.

Изготовление этого чуда литейного мастерства говорит о высоком уровне техники русских литейщиков. Некий автор, имея в виду Царь-колокол, писал в 1835 году: «Один сей лежащий в земле исполин свидетельствует красноречивее многих исписанных страниц о гениальностях сего человека».

Родословная Царь-колокола начинается с знаменитого годуновского колокола, отлитого Андреем Чоховым (1599), вес 33 тонны 600 килограммов. Колокол находился на Ивановской площади Кремля и своими размерами и красотой удивлял всех. Во время одного из пожаров в Кремле колокол упал и разбился.

В 1651 году было решено отлить колокол весом 8000 пудов, используя для переливки разбившийся колокол. Московские литейщики во главе с мастером Емельяном Даниловым отлили колокол с одного раза и за один год. В декабре 1654 года его звон приветствовал русских воинов, возвращавшихся из Польского похода. Звук колокола слышался за 7 верст.

Во время очередного испытания от слишком сильного удара колокол разбился. Вновь перелить его взялся мастер Александр Григорьев. Колокол, названный Успенским, был отлит за 10 месяцев и весил 8000 пудов. Поднятый в 1679 году колокол провисел на колокольне до 1701 года, когда во время пожара в Кремле он упал и разбился.

Императрица Анна Иоанновна, пожелавшая оставить память о своем царствовании, приказала в в 1730 году перелить разбившийся колокол, добавить в него металл и увеличить вес исполина до 12000 пудов. С предложением об отливке обратились к механику французского короля Жерминю. Тот отказался даже вести переговоры, считая шуткой предложение о литье колокола такой величины. Тогда за дело взялся Иван Федорович Моторин — опытный мастер, имевший к тому времени 50-летний стаж работы в литейном деле. Вначале он разработал чертежи и смету на отливку колокола, затем отлил малую (12 тонн!) модель колокола и «учинил» две модели механизма

для его подъема. Все это было отправлено в Петербург для утверждения.

Два года ушло на подготовительные работы и утверждение сметы. К изготовлению формы колокола, постройке печей для плавки металла приступили в январе 1733 года. Иван Моторин вместе с сыном Михаилом энергично взялись за дело. Через год главнейшие и наиболее трудоемкие работы по изготовлению формы были закончены. Сюда входило: изготовление и сушка («обжиг») болвана, нанесение тела (рубашки) колокола, изготовление верхней формы (кожуха). Для получения хорошей отливки большое значение имеет правильное устройство литниковой системы. Мастер выбрал такую конструкцию, чтобы в форму не попадал шлак. Для этого он поставил литниковую чашу. Она при литье наполнялась металлом почти до краев, и поэтому шлак, как более легкий, держался на поверхности и не попадал в отливку.

26 ноября1734 года после получения разрешения из Петербурга на отливку колокола разожгли 4 печи, каждая на 50 тонн металла. В них загрузили 5723 пуда 4 фунта (93 тонны 744 килограмма) больших кусков от старого колокола, добавили еще меди и олова. Полная первоначальная загрузка всех печей составляла около 13 тысяч пудов, то есть свыше 200 тонн. Через 43 часа после начала плавки обнаружилось, что из двух печей металл ушел в землю. Решили продолжать плавку в двух оставшихся. Срочно с Пушечного двора к печам привезли 600 старых колоколов весом 1663 пуда (27 тонн 240 килограммов), пушечной меди 4137 пудов (67 тонн 764 килограмма) и олова 700 пудов (более 11 тонн).

Но неудачи продолжали преследовать Моториных: еще раз ушел в землю металл, сгорела подъемная машина, пришлось проверять снова форму. Закончить отливку Ивану Моторину не пришлось — в 1735 году он умер. Дело его продолжал сын Михаил. В работе участвовали 83 человека мастеровых и работных людей. Кроме них, трудились еще скульпторы, пьедестальные и формовальные мастера, резчики. В общей сложности гигантскую отливку создавали около 200 человек.

После проведения всех подготовительных работ снова приступили к отливке. 23 ноября 1735 года зажгли литейные печи. Через 36 часов металл из первой печи пустили по желобу в колокольную форму, 4 минуты спустя дала металл вторая печь, затем — две последние. Всего литье продолжалось 36 минут, то есть каждую минуту в форму поступало 7 тонн металла. 24 ноября 1735 года литье Царь-колокола благополучно завершилось.

Приведем некоторые данные об этой уникальной отливке. Если не учитывать угара, отлитый колокол весит 12327 пудов 19 фунтов, или 201 тонну 924 килограмма. Сплав содержит 84,51 процента меди, 13,21 процента олова, 1,25 процента серы. В виде примесей в нем имеется около 72 килограммов золота, 525 килограммов серебра. Высота колокола 6 метров 14 сантиметров, а диаметр 6 метров 60 сантиметров.

Царь-колокол не успели поднять из ямы. 29 мая 1737 года в Москве случился страшный пожар, загорелась деревянная постройка над ямой, где находилась отливка. На колокол стали падать горящие бревна. Оберегая колокол от расплавления, сбежавшийся народ кинулся заливать водой раскаленный металл. От неравномерного охлаждения колокол дал трещину, и от него откололся кусок весом 11,5 тонны.

Вопросом о Царь-колоколе занимался выдающийся русский механик А. К. Нартов. Ему в 1754 году передали на заключение смету на подъем колокола из ямы и последующую переливку. Однако правительство смету не утвердило. Почти через сотню лет после отливки, в 1836 году, с помощью системы воротов колокол подняли из ямы и передвинули на подготовленный для него восьмиугольный постамент, расположенный рядом с колокольней Ивана Великого. Там он стоит и поныне.

Такова история двух прекрасных памятников литейного искусства, созданных замечательными русскими мастерами.

Опыт пушечных и колокольных мастеров пригодился последующим поколениям металлургов, сыграл важную роль в совершенствовании технологии литья. И Андрей Чохов, и Моторины, и многие другие

известные и безвестные народные умельцы достигли по тем временам большого искусства в своем деле. Именно поэтому мы отдаем им дань уважения, ценим их творческий вклад в общее поступательное развитие металлургии и обработки металлов.

МИНЕРАЛЬНОЕ ТОПЛИВО

Англия по праву считается родиной крупной машинной индустрии. Здесь сложились особо благоприятные условия для развития металлургии. Технические преобразования периода промышленного переворота (переход от ручного труда к машинному) захватили все отрасли промышленности. Бурно развивающаяся индустрия настоятельно требовала металла. Для увеличения его производства необходимо было найти срочно новые виды топлива, так как в европейских странах и особенно в Англии уже начинался «древесный голод».

В XVI веке леса Англии, по выражению одного современника, с быстротой поглощались «всепожирающими железными заводами». На одну тонну железа в брусках требовалось 16 погонных метров строевого леса, а для полосового железа — даже 28. В первые же годы царствования Елизаветы (1558—1603) был издан указ, запрещавший кому-либо рубить деревья, а равно и обращать их в уголь или другой горючий материал.

Тогда английские промышленники решили испробовать минеральное топливо — каменный уголь. С использованием его в домашнем обиходе англичане были знакомы еще издавна. Об этом говорит пожалование, данное в 853 году аббатству Петербор. В Лондоне в качестве топлива каменный уголь появился в начале XIV века, что вызвало недовольство лондонской знати, так как новое горючее выделяло «неблаговонные» сернистые пары. В 1316 году парламент отправил королю прошение, в котором говорилось, что «если его величество дорожит прелестью своих садов, белизной лица и красивостью белья и если не хочет, чтобы его верноподданные задохнулись или закоптели, подобно дурной ветчине, то

парламент убедительнейше просит совершенно запретить употребление этого горючего материала, называемого каменным углем».

Поиски возможностей использовать каменный уголь как топливо в металлургии начались довольно рано.

29 февраля 1611 года была выдана священнику Симону Стуртеванту, немцу по происхождению, привилегия по употреблению «морского или горного угля» при различных операциях и в особенности при извлечении и фабрикации железа. Однако через год Стуртевант отказался от своей привилегии по непонятным причинам. Осталось неизвестным, удалось ли ему вообще превращение каменного угля в кокс.

Привилегия Стуртеванта была передана в 1613 году Джону Ровенсону. Говорили, что он с успехом привел в исполнение то, что только обещал Стуртевант, но фактов для подтверждения этого сообщения не осталось.

Причинами неудач первых попыток использования минерального топлива надо считать слабость воздуходувных средств того времени: более плотный слой сыпучих материалов с углем или коксом оказывал значительное сопротивление прохождению газов.

Возможно, Дод Додлей (1599—1684) первым добился практических результатов, получив чугун на каменном угле. На искусство плавить железную руду и отливать чугунные бруски в печах с мехами он получил в 1619 году привилегию сроком на один год, по другим данным — на 30 лет. Он добился того, что на каменном угле выплавлял в неделю на одной домне 3 тонны чугуна.

В 1635 году Додлей производил на своей домне 7 тонн чугуна в неделю, по стоимости ниже существовавшей раза в полтора. Но его открытие не было подхвачено, напротив, заводчики чинили ему всяческие препятствия в работе по новому способу. Дело дошло до того, что конкуренты разрушили заведения Додлея в Пинсинте, в графстве Ворчерстерском.

В исторической литературе родоначальниками производства чугуна на минеральном топливе считаются английские купцы и промышленники Дерби.

Дерби Абрагам I (1678—1717) начал свою купеческую карьеру в 1700 году в Бристоле, где он открыл самостоятельное торговое дело. В то время в Англии была модной чугунная посуда, которую ввозили из Голландии. Предприимчивый купец решил наладить производство чугунной посуды у себя в Англии. Первые попытки использовать глину для изготовления форм потерпели неудачу — посуда лопалась и разваливалась. Тогда Абрагам I решил поехать в Голландию и на месте изучить новое дело.

Голландские литейщики научили его многому. Домой он привез не только знания, но и опытного мастера. При закрытых ставнях, скрываясь от любопытных взглядов конкурентов, ставят они опыт за опытом формовки и литья по новому способу. Результаты оказались блестящими. Изготовление котлов и других «внутри полых вещей» удалось наладить более дешевым и производительным способом.

Дерби переселился в Кольбрукдель, где в 1709 году арендовал небольшой заводик с одной доменной печью. Через несколько лет появилась и вторая печь. Это и заставило Дерби задуматься о новом топливе — спрос на посуду был большой, а с топливом было трудновато.

Абрагам I вел днéвник, названный им «Памятная книга о горне» (или «Доменный меморандум»). В дневнике есть страница, помеченная 1712 годом, где говорится, что он пробовал употреблять для поддержания огня в своей доменной печи смесь из кокса, торфа и угольной пыли. Недельное производство железа при этом увеличилось вдвое. Но Дерби Абрагаму I не удалось полностью решить проблему выплавки чугуна на минеральном топливе: нужны были более крупные печи, чтобы в процессе длительного соприкосновения руды и топлива повышать температуру материалов. Однако высокий столб материалов требует мощных воздуходувных средств, которых тогда еще не было.

Тяжелый физический труд был уделом металлургов того времени. Руда и уголь доставлялись на завод Дерби вьючным способом на лошадях. Загружали сырье в доменную печь вручную, поднимали по наклонной насыпи тяжелые тачки с рудой. Наверху,

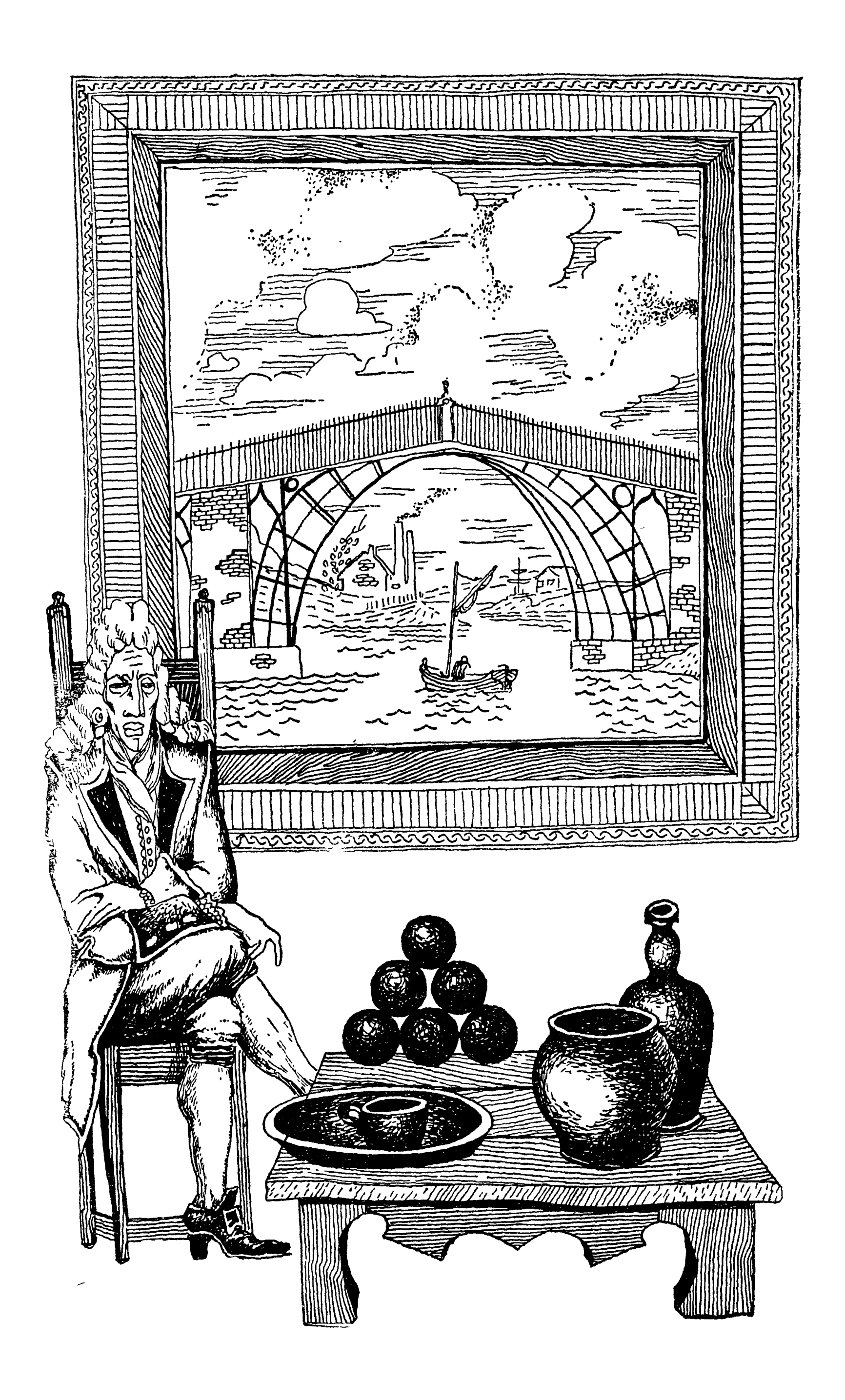
в атмосфере газа, вылетающего из печи, опрокидывали этот груз в жерло ненасытной домны. Один английский автор так описывает работу в одном из крупных металлургических районов Англии: «40 000 работников — мужчин, женщин и детей — черных, как циклопы, трудятся беспрестанно под атмосферою, наполненною дымом, вокруг тысячи пылающих горнов, на краях черных болот и пропастей, изрытых в земле еще более черной...»

После смерти Дерби I в 1717 году управление заводами взяли на себя родственники, а затем предприятие возглавил 19-летний Дерби Абрагам II (1711—1763). Почти все пришлось начинать сначала. О работах, которые вел с коксом отец, уже никто не помнил. Абрагам II получил кокс в тиглях, потом в кучах. При использовании минерального топлива Дерби добавлял в руду известь, нейтрализуя тем самым вредное влияние сернистых соединений каменного угля на металл. В 1735 году Дерби, наконец, удалось получить кокс, обладающий необходимыми свойствами.

Сохранилось семейное предание о последних днях работы Абрагама II с новым горючим. Полученный кокс Дерби загрузил в доменную печь вместо древесного угля. Круглые сутки дежурил он у печи. Наконец вечером шестого дня после долгих тревог и бесконечных разочарований выпуск чугуна удался. Тогда Дерби уснул тут же у печи так крепко, что рабочие не могли его добудиться и спящего отнесли домой, за четверть мили от завода.

Освоение доменной плавки на минеральном топливе имело громадное последствие для всего дальнейшего развития металлургии.

Первые удачные опыты Абрагам II скоро расширил. Он послал свой чугун на соседние заводы для передела на железо, не указав способ его производства. Получив хорошие отзывы о качестве металла, Дерби построил коксовую доменную печь. Хорошо понимая значение дутья, он полностью перестроил воздуходувное хозяйство завода. Для усиления действия наливного колеса, имевшего диаметр 7,2 метра, он построил огневую машину для перекачки воды из нижних резервуаров в самые верхние, установил огром-



ные воздуходувные меха. Первая поршневая воздуходувка, работавшая с помощью пароатмосферной машины английского кузнеца Т. Ньюкомена, появилась на заводах Дерби в 1750 году. Машина была слаба и громоздка, ибо в ней рабочий цилиндр был в то же время и конденсатором пара. Чередование охлаждения цилиндра холодной водой и нагревание его горячим паром требовало огромного количества топлива.

Построив несколько доменных печей на своем заводе в Кольбрукделе, Абрагам II в 1754 году основал по соседству новый завод — Харегей. Через два года он уже был на полном ходу и производил 1250—1360 пудов чугуна в неделю. Абрагам II Дерби скончался 52 лет от роду, оставив заводы тринадцатилетнему сыну, тоже Абрагаму (1750—1789).

Из-за несовершеннолетия Абрагама III во главе дела стал зять Дерби II Ричард Рейнольдс, человек деловой и энергичный. В 1767 году он заменил все деревянные рельсы, по которым подвозилось сырье на конной тяге, чугунными.

Вскоре Дерби III, отличавшийся большой предприимчивостью и широкими знаниями, взял дело в свои руки. При нем идет расширение заводов — на них действуют 16 паровых машин, 8 доменных печей, большая литейная, несколько отражательных печей, прокатных станов.

В 1776 году Дерби III решил поставить чугунный мост через реку Северн для создания рельсовой дороги между своими заводами. Проект моста составил главный модельщик завода в Кольбрукделе Томас Грегори. Строили мост два года, а в 1779 году он был открыт для движения. Это был первый мост из металла: вес всех его частей составлял 405 тонн, арка в пролете была равна 100 футам, высота над рекой — 40 футам, и корабли свободно проходили под ним. Новый мост признали изящным архитектурным сооружением, и общество художников в 1778 году присудило Дерби III золотую медаль.

Дерби внесли большой вклад в развитие английской металлургии. За 80 лет (начиная с 1717 года) годовое производство металла на их заводах возросло с 500—600 тонн до 13—14 тысяч тонн. Такой небывалый по тем временам рост производства объясняет-

ся прежде всего использованием минерального топлива. И тем не менее на первых порах кокс не нашел широкого применения на заводах Англии. В течение ряда лет Дерби работали как бы втихомолку. Лишь спустя 12 лет после решения задачи появилось об этом сообщение в английской печати. Это произошло в 1747 году, когда некий Массон, посетивший в 1745 году завод Дерби, описал новый способ выплавки чугуна.

Главной причиной замедленного распространения кокса явилось несовершенство дутьевых средств. Проблему доменного дутья разрешила лишь паровая машина. В 1775 году на базе парового двигателя Уатта английский инженер Вилкинсон построил цилиндрическую воздуходувку. С этого времени весьма успешно идет усовершенствование воздуходувных устройств доменных печей. В 1809 году Кальяр де Лятур изобрел свои воздуходувки, получившие быстрое распространение во всем мире. Несколько позже Геншель предложил четочные воздуходувки. И, наконец, с середины XIX века, когда начали внедряться центробежные воздуходувки, доменное производство было обеспечено полностью необходимым количеством воздуха.

Внедрение кокса вызвало дальнейшее совершенствование доменного производства. Немалую роль в этом сыграл и русский мастер Григорий Махотин, создавший в 1743 году в Невьянске (Урал) двухфурменную систему дутья. До изобретения Махотина воздух в домну подавался через одну фурму. Теперь же домна получила еще один путь для воздуха — «второе дыхание». Но самое главное было то, что теперь струи воздуха поступали в печь с двух сторон, воздух проникал более равномерно во все ее части — ход печи ускорился и стал ровнее. За 230 лет, прошедших со времени изобретения Махотина, число фурм, питающих доменную печь воздухом, возросло до 8, 10 и даже до 24.

С конца XVIII века в Англии и других странах начинается бурный рост выплавки чугуна с применением кокса. В 1788 году, например, в Англии и Шотландии было уже 55 доменных печей, работавших на коксе, с годовой производительностью 1 360 000 пудов

чугуна. К 1796 году число печей увеличилось до 121, годовая выплавка при этом составила 7 750 000 пудов.

В начале XIX века в Англии древесный уголь почти был полностью заменен коксом. В 1806 году из 106 домен лишь две печи работали на древесном угле. За последние три десятилетия XVIII века производство чугуна в Англии возросло почти в пять раз. Интересно отметить: несмотря на то что процесс коксования угля был разработан еще в 1735 году, это не оказало такого влияния на производство чугуна, как применение для воздухоподачи паровой машины. За предыдущие три десятилетия, с 1740 по 1770 год, выплавка чугуна в Англии едва лишь удвоилась. Только паровая машина Уатта по-настоящему вскрыла преимущества коксовой металлургии.

На рубеже XVIII—XIX столетий происходит процесс замены древесного угля коксом на доменных печах других стран. В России кокс впервые был применен на Томском чугуноплавильном и железоделательном заводе, построенном в 1771—1772 годах. Русские мастера под руководством Д. Ф. Головина пробовали на одной доменной печи применять каменный уголь вместе с древесным. Опыты с коксом проводил и Петр Кузьмич Фролов, сын знаменитого русского механика и гидротехника XVIII века. По его указанию в 1829—1830 годах ставились эксперименты по превращению каменного угля в кокс. Они дали положительные результаты. Полученный кокс испытали «при расплавке чугуна в вагранке, в доменном горне, на якорных горнах, при деле тяжелых вещей, на кузнечных, кричных, также при деле уклада и стали; сверх того исключая доменные горна и вагранки при всех прочих работах был испытан и необожженный березовский каменный уголь».

После 1830 года литейный чугун на Томском заводе начали выплавлять на коксе, а с середины XIX века и Гурьевский завод перешел на кокс.

С расширением производства чугуна к концу XVIII века появились новые возможности его использования. Чугун начинает проникать в строительство. В 1800 году англичанин Уатт взял патент на применение чугунных стропил и кровли, и вскоре из чугуна стали строить даже дома и фабричные корпуса.

После освоения доменной плавки на коксе следующим важным шагом в развитии металлургии стала проблема передела чугуна на железо с помощью минерального топлива.

ПУДЛИНГОВАНИЕ

Почти одновременно с заменой древесного угля коксом начались поиски нового способа переделки чугуна на железо. Старым кричным методом трудно было переработать на железо огромную массу чугуна.

Первые обнадеживающие результаты в этом направлении получил доктор Джон Робек, увлекавшийся одновременно медициной и химией. С 1745 года он начал ставить опыты по выделке железа из руд, обходясь без древесного угля. В 1760 году Робек основал железоделательный завод «Каррон Уорк» и стал получать железо на каменном угле по своему способу. В течение первого же года было выработано 1500 тонн железа.

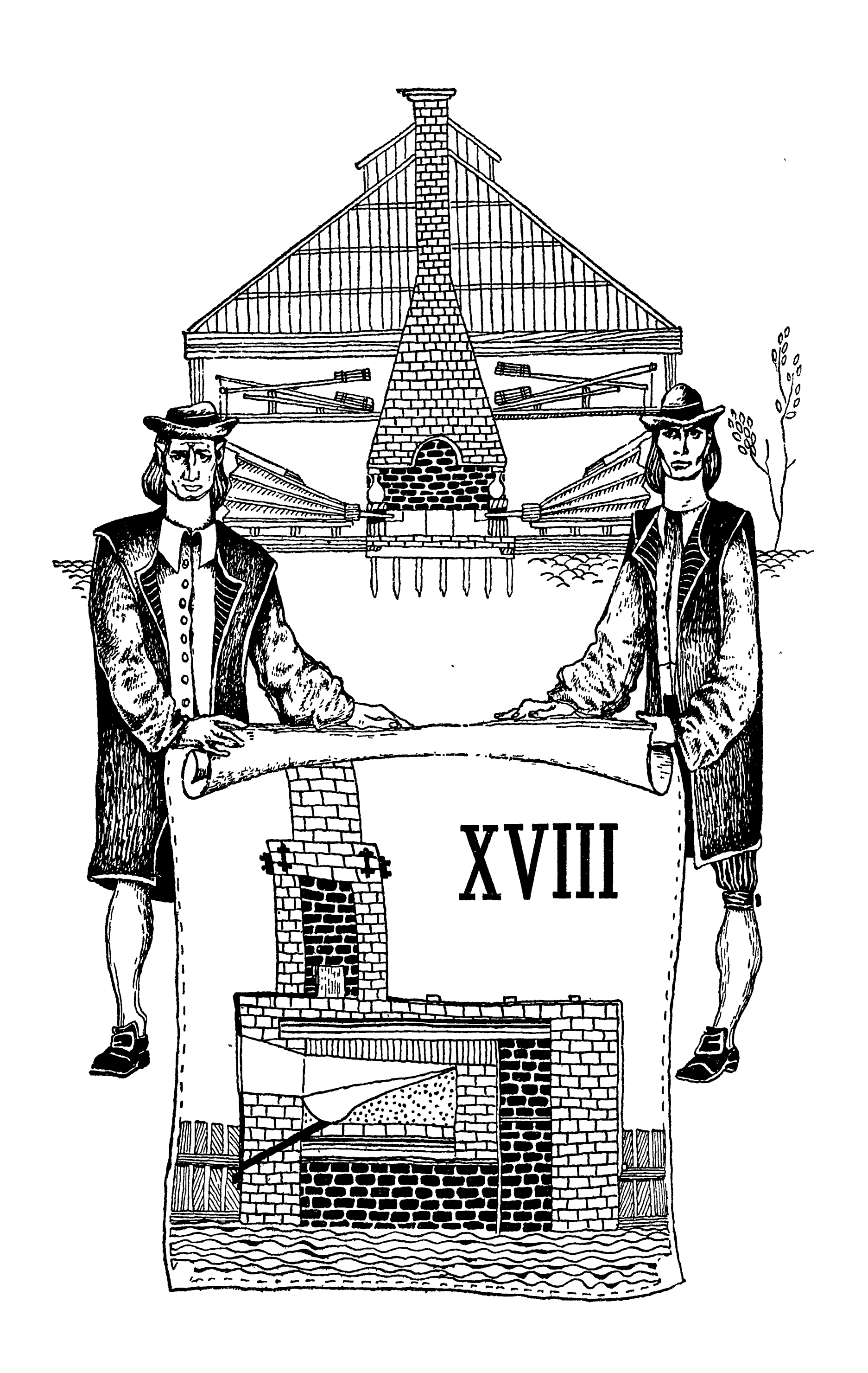
27 октября 1762 года Робек получил патент на плавку в печи чушкового чугуна, или железа. В качестве топлива при этом применялся каменный уголь. В патенте говорилось: «Я плавил всякого рода чугун и железную руду в своей плавильной печи, употребляя топливом каменный уголь и раздувая пламя мехами; обрабатывал я руду до тех пор, пока она не обращалась в железо надлежащего рода; тогда вынимал из огня и разделял на куски; приведенный в такое состояние металл я снова подвергал сильному накаливанию, раздувая жар мехами до тех пор, пока оно делалось пористым, а затем вынимал и ковал обыкновенным молотом, обращая в полосовое железо».

Процесс, осуществленный Робеком, был близок к пудлингованию, и, судя по всему, его плавильная печь мало чем отличалась от обычного кричного горна. Если это так, то Робеку вряд ли могла сопутствовать полная удача. Впрочем, историк П. Манту по этому поводу замечает: «Чего ему (Робеку.— *Н. М.*) не хватало до полного успеха,— этого мы не знаем. Надо полагать, что получаемый металл не был

достаточно чист и не мог выдержать опасной конкуренции русского и шведского железа».

Более удачливыми в изыскании нового процесса оказались двое английских рабочих из Кольбрукделя — братья Томас и Джордж Кранедж. Они предложили управляющему завода Р. Рейнольдсу способ передела чугуна на железо в отражательной печи (она называлась так потому, что пламя отражалось от свода, то есть соприкасалось с перерабатываемым металлом, прежде чем уйти в дымовую трубу). Успех превзошел все ожидания.

Но послушаем об этом более подробный рассказ самого Ричарда Рейнольдса, сохранившийся в его письме от 25 апреля 1766 года Томасу Гольднею в Бристоль: «...Случилось нечто, по моему мнению, весьма важное в будущем. Несколько времени тому назад некто Томас Кранедж, бывший рабочий в Бриджпортской Кузне, и брат его Джордж говорили со мной по поводу выделки полосового железа древесным углем, заявили о возможности выделывать его каменным углем. Я возразил им, что нахожу это почти невозможным, так как даже древесный уголь представляет значительные неудобства, вследствие того, что заключает в себе щелочные соли, соединяющиеся с серой в железе и сообщающие ему красноватый оттенок и хрупкость, а между тем каменный уголь, содержа соли, серу и многие другие вредные вещества, представляется несравненно более неудобным, чем древесный уголь. Они на это ответили мне, что им пришлось наблюдать и думать по этому поводу, и они пришли к убеждению, что железо в чушках превращается в полосовое железо силою высокого жара, и что они с удовольствием докажут мне, что можно это сделать каменным углем. Я на это согласился, но, откровенно говоря, весьма сомневался в успехе их опытов. Прошло несколько недель, и я почти забыл об этом разговоре. Но вот вдруг из Бриджпорта является Томас Кранедж, затем одновременно с ним приходит брат его Джордж, и устраивают маленький горн, подходящий для их цели. После нескольких опытов построили печь такую, чтобы железо не касалось топлива, нагреваясь только сильным жаром пламени, и вскоре успех был такой блестящий, что прев-


XVIII

зошел всякое ожидание, и надо заметить, что для выделки полосового железа они брали очень твердое железо, а оно их способом делалось мягким и гибким. Я лично нахожу их изобретение необычайно важным и намерен немедленно и усердно ходатайствовать о получении патента... Открытие это заключается в том, что особым образом сооружается отражательная печь, в которой положенные в нее чушки чугуна посредством каменноугольного отопления превращаются в отличное и легко ковкое железо; вынутое из печей раскаленным, под ударами молота из него выделываются различных размеров и вида полосы, согласно желанию и требованию работающих».

С помощью Рейнольдса братья Кранедж получили патент 17 июня 1766 года под названием «Способ сообщать чугуну в свинках ковкость в отражательных или воздушных печах, с употреблением только сырого каменного угля». В тексте патента отмечается, что «чугун в свинках помещается в отражательной или воздушной печи соответствующего устройства, без прибавления чего бы то ни было кроме сырого каменного угля и превращается в хорошее ковкое железо, по извлечении в горячем состоянии из печи его обрабатывают под молотом и вытягивают, по желанию, в полосы разного вида и различных размеров».

Кстати, с получением патента положение братьев не улучшилось. Условия их жизни остались такими же, как и до признания их изобретения. Других биографических сведений о них не сохранилось.

Процесс получения железа из чугуна в отражательных печах, а не в кричных горнах, где металл соприкасается непосредственно с топливом, был назван пудлингованием. Способ пудлингования, предложенный братьями Кранедж, не вышел за пределы кольбрукдельских заводов.

История металлургии знает еще нескольких изобретателей, пытавшихся найти новые методы переделки чугуна в сварочное железо — Дж. Кокшет в Америке, П. Оньонс в Англии и другие, но их попытки по разным причинам не увенчались успехом.

И только лишь английскому заводчику и предпринимателю Генри Корту (1740—1800) удалось, наконец, обеспечить пудлингованию «право на существо-

вание». Находясь на службе в королевском флоте, Корт обратил внимание на то, что английское железо в сравнении с иностранным было много хуже. Правительство даже не допускало его для выполнения казенных заказов. Корт начал опыты с целью улучшения качества металла. В чем они заключались и каких он достиг результатов — осталось неизвестным.

Оставив службу, в 1775 году Корт купил поместье в Фонтлее, устроил в нем кузницу, а затем — железоделательный завод. В 1783 году Корт взял патент на вальцы для пропускания криц с целью отжатия шлака. Вальцы позволяли значительно повысить производительность труда: они пропускали за 12 часов 15 тонн железа, а молотом можно было обработать вручную за это же время только одну тонну.

13 февраля 1784 года Корт получил новый патент, где говорилось об использовании чугуна для плавки при пудлинговании и о нагреве крицы в обыкновенной отражательной печи. По его патенту, при пудлинговании чугун в чушках загружали в раскаленную отражательную печь и нагревали до расплавления. Затем перемешивали до тестообразного состояния, пока металл не начинал свариваться. Полученную массу ломами и лопатами собирали в крицы. Далее крицу нагревали «до бела и до вара» в отражательной печи, а затем разрубали и проковывали. Полученные куски железа складывали в пакеты, нагревали до сварочного жара и прокатывали в полосы в вальцах с несколькими ручьями (фигурными вырезами).

С середины прошлого века и по сегодня ведутся споры о том, кому принадлежит приоритет открытия пудлингового процесса. Английский историк техники Э. И. Симонс в статье о Г. Корте пишет:

«О точном характере вклада Генри Корта в развитие металлургии не существует единодушного мнения. Некоторые рассматривают его как исследователя, открытия которого имеют огромное значение. Другие считают его просто плагиатором, который успешно использовал идеи других изобретателей.

...Рассматривая работы Корта, мы должны помнить, что он безусловно не является первооткрывателем. Например, в 1728 году Пейн и Хенборн сконструировали стан для прокатки листового металла.

В 1766 году братья Кранедж установили отражательную или воздушную печь, в которой из чугуна с помощью угля в качестве топлива получали отличное ковкое железо».

Не присваивая Корту чести первооткрывателя, необходимо отметить его заслуги в области практического распространения пудлингового процесса. Правда, плохое знание технологии не дало Корту возможности довести дело до конца. Он употреблял кислые огнеупоры. Железистые шлаки быстро разъедали под печи, сделанный из песка. Кремнезем пода связывал закись железа в шлаке, и процесс обезуглероживания шел только за счет кислорода атмосферы печи. Это замедляло процесс и вело к большим потерям железа — выход годного составлял менее 70 процентов от веса металлической шихты.

Однако первые же образцы пудлингового железа, представленные Кортом на испытание экспертам флота, были признаны более качественными, чем прославленное железо Орегрунда (Швеция). За последнее десятилетие XVIII века в Англии произвели около 50 000 тонн пудлингового железа. Применение каменного угля на металлургических заводах Англии уже в 1804 году значительно повысило их производительность и почти в 10 раз сократило экспорт железа из России в Англию (составлявший в конце XVIII века более трех миллионов пудов).

Усовершенствование пудлингового процесса продолжалось. Вальдвин Роджерс предложил в 1816 году вместо кирпичного пода, который выдерживал около недели, делать металлический, из чугунных плит. Иосиф Галль в 1818 году ввел наварку пода печи смесью пудлингового шлака с железной рудой или окалиной. Благодаря основному, богатому окислами железа поду печи появилась возможность использовать любые сорта чугуна, сократить продолжительность плавки и повысить выход железа почти до 90 процентов. После этих усовершенствований пудлинговый процесс начал набирать силу. Производительность пудлинговой печи была выше, чем кричного горна. Если при кричном способе для переработки пяти тонн чугуна в ковкое железо требовалось три недели, то при пудлинговании на это уходило полто-

ра дня, расход топлива составлял 800—1800 килограммов на одну тонну пудлинговой болванки.

Пудлинговый процесс начинает распространяться в другие страны Европы. Во Франции опыты по пудлингованию начались в 1819 году. К 1836 году была сделана попытка пудлингования в Швеции. Все эти опыты проводились не на каменном угле, а на дровах. Австрийский металлург Туннер в 1835 году использовал пудлинговый процесс для получения стали.

Одной из первых стран, применивших, вслед за Англией, пудлингование, была Россия. В 1817 году на Пожевском заводе пробовали осуществить пудлингование на песчаном поду с отоплением дровами. Подобные опыты проводили в 1826 году на Нижнетагильском, в 1827 году на Александровском заводах. После 307 опытов по пудлингованию и 298 — по сварочным работам Камско-Воткинский завод 10 сентября 1837 года полностью перешел на новый способ производства железа. Правда, топливом служили дрова: в условиях страны, богатой лесами, это было дешевле. Теперь в России на нескольких заводах началась перестройка кричных фабрик на пудлинговые мастерские.

Пудлингование было очень тяжелым и трудоемким процессом. Работа шла при нем таким образом. На подину пламенной печи загружались чушки чугуна, их расплавляли. По мере выгорания углерода и других примесей температура плавления металла повышалась, и из жидкого расплава начинали «вымораживаться» кристаллы довольно чистого железа. На подине собирался комок слипшейся тестообразной массы. Рабочие-пудлинговщики приступали к операции накатывания крицы. Перемешивая металл ломом, они старались собрать вокруг него комок (крицу) железа. Такой комок весил до 50—80 килограммов и более. Крицу вытаскивали из печи и подавали сразу под молот для проковки, чтобы удалить частицы шлака и уплотнить металл.

Известный английский металлург Д. Перси писал о пудлинговании: «Нет производства, где бы мускульная сила человека была подвержена таким тяжелым усилиям и притом в столь изнуряющей обстановке. Удивительно ли, что пудлинговые мастера резко

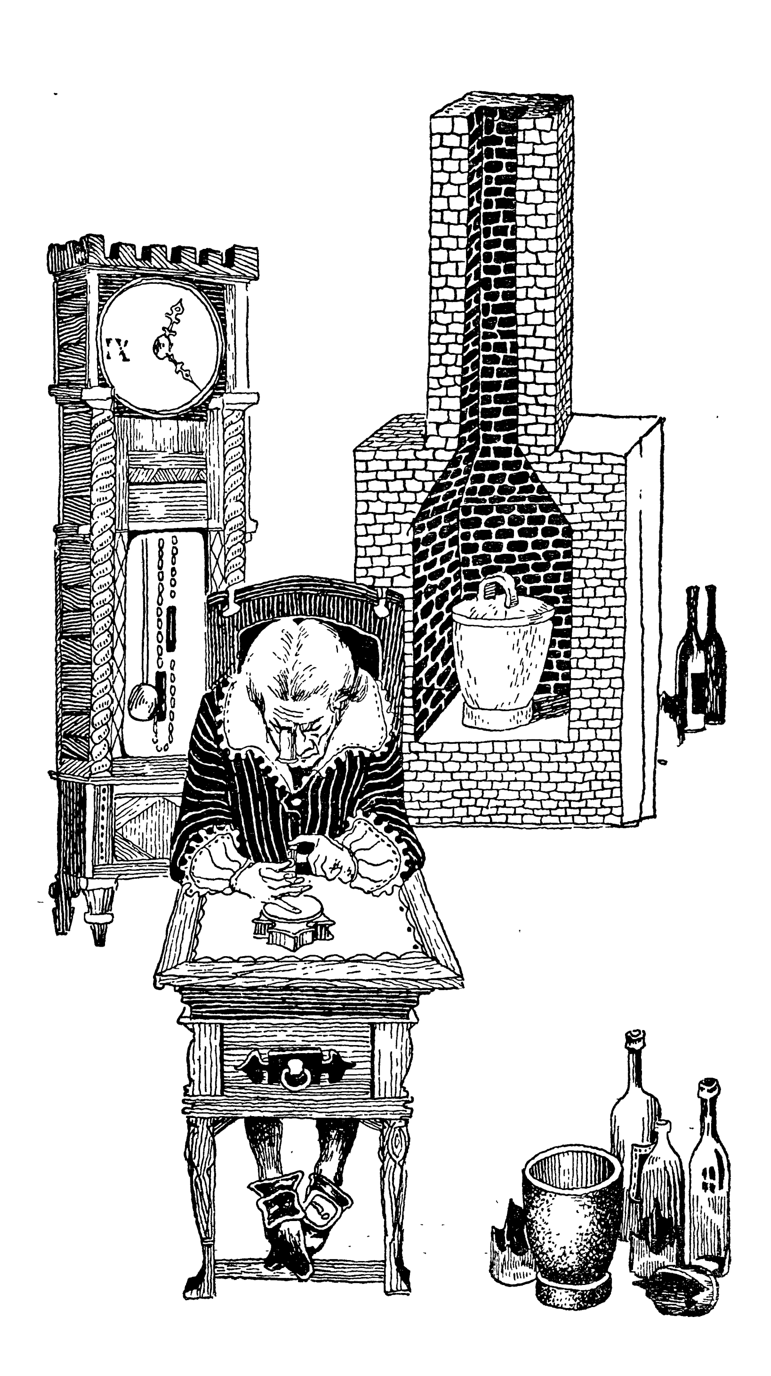
выражают нежелание приучать своих детей к этой работе, которая, вообще говоря, делает человека неспособным к ней около сорока пяти или пятидесяти лет жизни».

Пудлинговый металл широко открыл двери в железный XIX век. Он был основным материалом, из которого строились машины в течение почти всего XIX столетия, а также возводилась железнодорожная сеть. Появляются все новые возможности использования железа. В 1787 году Вилкинсон спустил на воду первое железное судно — небольшую железную речную шаланду водоизмещением в 20 тонн. Около 1788 года английский инженер Ренни построил первые паровые мельницы, где все части были металлическими. В 1788 году в Париже ввели в действие первые 40 миль водопровода из железных труб. В 1802 году перекинули первый железный мост через Сену в Париже. На металлургических заводах оборудование укрупняется и утяжеляется: в начале XIX века некоторые молоты весили до 10 тонн, прокатные валы 16—24 тонны, маховые колеса — до 9 тонн.

Изобретение пудлингового процесса имело громадное значение для развития машиностроения. При наличии соответствующей топливной и сырьевой базы появилась возможность расширить производство металла до больших размеров. Машинная индустрия развивающегося капитализма создавалась с помощью сварочного железа, производимого пудлинговым процессом.

ГЕНТСМАН

Сварочное железо из-за своей относительной мягкости не всегда могло использоваться. Для некоторых изделий требовался особо твердый металл. Археологические находки свидетельствуют о том, что способ получения твердой поверхности металлических изделий путем цементации железа и закалки стали был известен еще до нашей эры. Технологию процесса цементации древние металлурги держали в строгом сек-


IX

рете, позднее она была утрачена, и лишь в XI—XII веках в литературе вновь появляется упоминание о цементованной стали (например, в «Книге разных искусств» немецкого монаха Теофила).

В XVII веке уже неоднократно встречаются сообщения о получении цементованной стали. О ней писал французский ученый Реомюр в 1722 году.

Процесс цементации основан на способности низкоуглеродистого металла, например сварочного железа, поглощать углерод при нагревании до температуры красного каления (800—1100° С) в смеси с древесным углем или другим карбюризатором (углеродсодержащим веществом). Обуглероживание железа происходит благодаря проникновению (диффузии) углерода в поверхностные слои металла. В зависимости от температуры процесса и времени контакта металла с карбюризатором изменяется количество поглощенного поверхностью углерода, давая после закалки различные по твердости партии стали.

Обычно при цементации в печь укладывали ящики с железными полосками вперемежку со слоями карбюризатора. Затем печь растапливали и 3—4 дня нагревали до нужной температуры, которую поддерживали в течение 7—12 дней — в зависимости от размеров полос и нужного содержания углерода. После этого топку тушили, и печь медленно остывала.

Многие века процесс цементации был единственным способом получения достаточно прочного металла для инструментов. Однако особые свойства цементованной стали — неоднородность по содержанию углерода (наружные слои металла содержали значительно больше углерода, чем внутренние), наличие различных примесей в сварочном железе — вынуждали искать способ получения более однородной стали. Так появился тигельный процесс. Это был способ выплавки стали в специальных огнеупорных горшках — тиглях. Известен он был очень давно. О нем писал еще Аристотель в IV веке до нашей эры. Тигельную сталь выплавляли главным образом в странах Древнего Востока — Персии, Индии, Сирии, где она использовалась для производства холодного оружия, острых ножей и инструментов. В более поздние века секрет тигельной плавки был утерян.

Создателем тигельного процесса в средневековой Европе стал английский часовой мастер Бенджамен Гентсман (1704—1776). Уже в раннем детстве Бенджамен отличался удивительными способностями. Особую любовь он питал к механике. В 14 лет Бенджамена отдали в ученики к часовому мастеру. Через семь лет, закончив обучение, он открывает собственное дело в Донкастере. Искусство молодого часовщика получило высокую оценку жителей города. Но еще более высоко они оценили его умение выделывать различные металлические изделия — замки, вертела, сковороды и т. п.

Все свободное время Гентсман посвящал своей старой «привязанности» — механике. Ему удалось произвести некоторые усовершенствования в инструментах и механизмах. При этом изобретатель испытывал немалые муки из-за плохого качества немецкой цементованной стали, которой пользовался. В частности, ему никак не удавалось найти подходящего металла для выделки пружин и маятников.

Гентсман начал усиленно искать способ выделки стали, превосходящей по качеству цементованную. Первый опыт он произвел в Донкастере. Однако вскоре ему пришлось из-за трудностей с топливом переселиться в Хэнтсворд, расположенный по соседству с Шеффилдом — известным центром английской металлообрабатывающей промышленности. Еще в старину этот город славился высоким качеством своих изделий из стали и железа. В XIII веке в нем изготовляли самые лучшие наконечники для стрел. Позднее шеффилдские мастера занимались выделкой ножей, различных орудий труда, предметов домашнего обихода. В 1650 году началось производство складных ножей. Выделывались там серпы и косы.

Первое время в Шеффилд привозили сталь из Германии. Затем местные мастера начали выделывать ее из шведского железа процессом цементации. Чаще использовался такой способ. В крупнотолченый раскаленный древесный уголь клали куски полосового железа и подвергали их сильному нагреву. Операция продолжалась целую неделю. Получали так называемую пузыристую сталь — она шла на бритвы, ножи, напильники.

Был и другой способ. Прутья пузыристой стали посыпали песком и нагревали в самодувной печи так, чтобы металл не прикасался к раскаленному топливу. Нагревали до тех пор, пока вся масса не сварится, то есть пока песок не смешается с металлом. Тогда прутья вынимали и проковывали. Подобная операция повторялась несколько раз. Получали при этом пучковую, или сварную, сталь.

Гентсман, конечно, был знаком с подобной технологией. Еще до начала своих опытов он понял, что главный недостаток цементованной стали — ее неоднородность, загрязненность посторонними примесями. Он пришел к мысли о переплавке цементованной стали в тигле, надеясь таким способом получить однородный, свободный от примесей металл.

В Хэнтсворде Гентсман нашел достаточно топлива и построил подходящий горн. Сделал также тигель, способный выдержать нагрев до 1500 градусов. Опыты длились несколько лет, пока наконец они не увенчались успехом. Сохранилось мало сведений о трудностях, которые пришлось преодолеть изобретателю. Но есть косвенные доказательства, что трудности были и немалые. Много лет спустя после смерти Гентсмана в земле, на которой стояла его первая мастерская, отрывали кучи никуда негодной стали. Она была зарыта в разных местах около его заведения. Эти молчаливые следы неутомимых трудов говорят о том, что не скоро пришел изобретатель к положительным результатам.

По способу Гентсмана цементованную сталь переплавляли под слоем флюса из зеленого стекла в огнеупорном тигле, установленном в печи с естественной тягой и отапливаемой коксом. Для переплавки отбирали полосы шведской цементованной стали с такой твердостью, какую хотели получить в готовом виде. Эти полосы рубили на мелкие куски, загружали в большой глиняный тигель, вмещавший 34 фунта металла, и ставили его в печь. Печь, сконструированная Гентсманом для плавки в одном тигле, имела площадь пода 114,3 квадратных сантиметра и высоту 76,2 сантиметра. В тигле переплавляли до 4,5 килограмма цементованной стали. В ходе плавки рабочие изредка поднимали крышку тигля и следили за со-

стоянием расплавленного металла. Готовность стали определяли «на глазок»: металл должен был «блестеть, как солнце в совершенно ясный день, когда на него смотришь невооруженным глазом».

Готовый тигель вынимали из горна, снимали крышку, удаляли небольшое количество собравшегося наверху шлака. Сталь выливали в чугунные формы разных размеров. При разливке металл получался губчатым и нуждался в проковке тяжелым молотом. Тигельная сталь была чище и однороднее по составу, чем обычная цементованная. Она оказалась замечательным материалом для изготовления ножей, бритвенных лезвий, часовых пружин и маятников.

Гентсман в 1740 году построил в Атерклифе (предместье Шеффилда) первый в мире сталелитейный завод, на котором изготовляли изделия и инструменты из тигельной стали. Этот год и называют датой изобретения тигельного процесса.

Продолжая работу над процессом, изобретатель убедился. что, добавляя в тигель различные материалы — графит, чугун, железо, можно получать сталь различной твердости, пригодную для разных изделий. Добавка этих материалов определяла различное содержание углерода в стали, что и давало разную твердость.

Гентсману не удалось убедить шеффилдских фабрикантов в преимуществах своей стали, вернее, они не хотели платить за его изобретение. Пришлось искать рынок сбыта для стали во Франции. Это встревожило шеффилдских ножовщиков. Пытаясь устранить опасную конкуренцию, они через одного местного депутата в парламенте пробуют убедить правительство не допускать вывоза литой стали из Англии, но получают отказ. Шеффилдские мастера прибегают ко всевозможным уловкам, чтобы выведать технологию получения литой стали.

Изобретатель не брал патент, но хранил свой способ в строгом секрете. Работали только по ночам. Мастерскую Гентсмана можно зримо представить, если посмотреть на картину «Кузница» английского художника XVIII века Дж. Райта (она хранится в Эрмитаже). Художник из Дерби, пристрастный ко всему грандиозному и необычному, был любителем резких

эффектов искусственного освещения. Вот почему его привлекла кузница в ночное время. На картине мы видим мастерскую, расположенную где-то на окраине. Темное ночное небо, и только у горна ярким пламенем освещены лица людей. Одной стены у кузницы почему-то нет. Может, так было удобнее художнику для его замысла? Но в мастерской Гентсмана все стены были. За ними он строго хранил свою тайну. И все-таки одному человеку удалось его перехитрить. Это был шеффилдский железозаводчик по имени Самуэль Уокер.

Одевшись нищим, Уокер поздно ночью подошел к мастерской Гентсмана. Рабочие как раз начали готовиться к плавке стали. Прикидываясь чуть ли не умирающим от голода и холода, Уокер стал умолять их позволить ему погреться у горна. Сердобольные люди, хотя и помнили о строгом наказе хозяина не пускать посторонних, сжалились. Нищему позволили устроиться близ горна в уютном уголке на куче кокса. Сами же они занялись своей работой.

Исподтишка «нищий» зорко следил за всем, что делали рабочие. Он видел, что прутья пузыристой стали разбивались на мелкие куски до 2—3 дюймов длиною и помещались в тигли. Сверху их засыпали истолченным бутылочным стеклом и плотно закрывали крышками. Затем тигли ставили в заранее раскаленную печь. В ходе плавки рабочие время от времени заглядывали в тигли, поднимая крышку. Готовый металл выливали в чугунные формы, в которых он охлаждался. Затем формы развинчивали и из них выпадали бруски готовой стали.

Никто из работников так и не заметил, когда и как ушел из мастерской «нищий». Только вскоре после этого посещения заводчик Уокер начал отливать тигельную сталь. Пожалуй, это один из самых ранних примеров промышленного шпионажа.

Интерес к стали Гентсмана рос. Остались сведения о посещении иностранцами его завода. Швед Людвиг Робзам, посетивший завод в 1761 году, сообщал, что у Гентсмана было три помощника и что завод давал до 8 тонн стали в год.

Француз Габриэль Жар во время поездки по Англии в 1765 году подробно ознакомился с заводом

Гентсмана в Хэнтсворде. В своей книге Жар дал описание всех технологических процессов, имевших там место. Он сообщал, что одна печь при двух плавках в день давала продукции до 3 тонн в год. Следовательно, должно было действовать три горна, а с учетом ремонтов их в мастерской нужно было иметь пять — для обеспечения годового производства, названного выше.

На другой год завод Гентсмана посетил швед Клум Андерсен и получил достаточную информацию для того, чтобы построить около Стокгольма сталелитейный завод — первый за пределами Англии.

Желая увеличить свои доходы и расширить производство, Гентсман в 1770 году построил еще один завод в Атерклифе. Королевское общество в Лондоне, признавая заслуги Гентсмана в производстве стали, а также отмечая некоторые его открытия в химии, приняло решение о зачислении его в число своих членов. Но Гентсман от такой чести отказался, опасаясь, что это помешает его занятиям. Умер он в Атерклифе в 1776 году, передав дела сыну. К этому времени в Англии действовало три сталелитейных завода Уокеров, завод Гентсмана в Атерклифе, два предприятия в Шеффилде и одно в Вордслей Бринкс близ Шеффилда.

Фирма Гентсмана приобрела всемирную известность. В 1842 году заведением, основанным Гентсманом, управлял его 60-летний внук. Француз ле Плей сообщал, что число тиглей на одну печь увеличилось до двух и производилось три плавки в день. Получали до 20 тонн стали в год с одной печи. Завод с 10 печами, если из них работали 7, мог производить 150 тонн стали в год, то есть столько, сколько сейчас дает не самая большая электропечь за одну плавку.

Хотя тигельная сталь и была дорогой, а процесс малопроизводительным, она долгое время оставалась единственным материалом для изготовления ответственных инструментов и деталей механизмов. Процесс ее получения стал ведущим в производстве высококачественных сталей на протяжении почти двух столетий, вплоть до появления электросталеплавильного процесса.

Однако тигельный процесс не решал задачи создания крупного производства, соответствовавшего достигнутым масштабам выплавки чугуна, особенно после применения минерального топлива. Предельная емкость тиглей определялась физической силой рабочего, переносившего тигель, и не превышала двух пудов. Процесс был продуктом мануфактурного способа производства, основанного на ручном труде.

Наибольшего развития тигельный процесс достиг в первой половине XIX века, когда промышленность потребовала прочного металла для производства машин. Процесс появился в ряде стран. Немецкая фирма Круппа купила технологию Гентсмана в 1810 году и стала производить крупные отливки. Во второй половине XIX века отливались знаменитые крупповские пушки путем соединения металла из многих тиглей. В 1862 году сталелитейная фабрика Круппа произвела 5200 тонн литой стали.

Хотя основные приемы тигельной плавки оставались неизменными, процесс со времен Гентсмана стал предметом исследований и усовершенствований. Вносились изменения в материалы для шихты, в изготовление тиглей, в конструкцию печей.

Бухгалтер завода в Клайдо (Шотландия) Давид Мюшет, занимавшийся пробирным искусством, в 1801 году открыл полезное влияние марганца на сталь и начал добавлять в тигельную шихту окислы марганца. Спустя несколько лет он же применил зеркальный чугун с высоким содержанием марганца. Эти добавки способствовали удалению из металла кислорода, ухудшающего качество стали. Сейчас подобная операция называется раскислением стали.

РУССКИЕ СТАЛЕВАРЫ

Еще кузнецы Киевской Руси получали не только железо, но и прочную сталь. Среди археологических материалов XI—XII веков насчитывается более 145 видов железных и стальных орудий труда, инструментов, оружия и разной утвари. Установлено,

что более 50 видов изделий изготовлено из стали и железа путем сложной технологии механической и тепловой обработки. Сталь для этих изделий получали в основном процессом цементации, который у русских мастеров в течение многих веков достиг весьма высокого развития.

Когда в 1819 году купец Полюхов подал заявку на привилегию по изготовлению стали цементацией, то в ответ на запрос Горного департамента поступили сведения от 14 русских заводов о наличии у них подобного производства. Образцы полюховской стали подвергались испытаниям в различных производствах. Из Монетного двора сообщали, что сталь «оказалась на деле инструмента годной и прочной, сыпь имеет мелкую и ровную». Инструментальщики, монетчики признали сталь Полюхова отличной.

Однако в августе 1823 года Полюхову было отказано в выдаче привилегии. Департамент горных и соляных дел, считая, что приготовление стали в разных ее видах доведено уже в России до совершенства и на других заводах и притом выделка ее, весьма уже значительная, составляет важную ветвь частной промышленности, полезную и для самого государства, решил «полагать прошение купца Полюхова без уважения».

Действительно, в то время русские сталевары владели многими приемами получения стали. В первой четверти XIX века они создали крупные цементационные печи, разрабатывали и совершенствовали технологию цементации твердым углеродом. На русских заводах в цементационные ящики загружали одновременно вдесятеро больше железа, чем на заводах Англии. Тагильские мастера на Урале грузили сразу по 500—600 пудов железа. Управитель Нижнеисетского завода, талантливый изобретатель И. Н. Подоксенов в 20-х годах XIX века организовал производство цементованной стали по своему способу. Полученная сталь шла на приготовление инструментов и других изделий.

Русские мастера занимались производством и тигельной стали. Технология процесса разрабатывалась одновременно и самостоятельно различными мастерами. К сожалению, архивы сохранили весьма скудные сведения о технических достижениях новаторов. Но

даже и эти краткие данные свидетельствуют о самостоятельности русской технической мысли.

На заводах известного заводчика И. Р. Баташева (1741—1821) с 1806 года вырабатывали литую сталь. В Западной Европе Крупп только с 1810 года начал производство литой стали, да и то по купленной у англичан технологии. Русские же мастера независимо от Гентсмана по-своему производили литую сталь.

На заводах И. Р. Баташева была такая технология процесса: «сталь натуральную» получали прямо «из руды в доменках». В декабре 1820 года Горный департамент получил описание «Способа делания стали на заводах г-на коллежского асессора Ивана Родионовича Баташева». В нем сообщалось: «Все сорта сталей, какие доселе известны, с давних времен выделываются на заводах г. Баташева и не только употребляются на свои нужды, но и продаются частным людям и самой казне. Тульский оружейный завод не раз заказывал значительные количества, отдавая здешней стали преимущество перед другими. Самой булат, или подражание дамаскинской стали, делается на заводах г. Баташева с успехом».

Изобретателем «литого железа» называли современники предприимчивого помещика и заводчика В. А. Всеволожского (1769—1836). К нему перешел в Пермской губернии Пожевский завод, основанный Берг-коллегией в 1754 году. В начале XIX века завод был одним из крупнейших предприятий по выделке железа и стали. Его годовое производство достигало 120 тысяч пудов, в то время лишь на немногих заводах России годовое производство железа превышало 100 тысяч пудов (1600 тонн). На этом заводе впервые осуществились многие технические новшества: изготовили первые в стране фрезерные станки, в 1815—1817 годах построили и испытали первые два (волжский и камский) пароходы, в 1817 году впервые в России получили пудлинговое железо.

Заводы Всеволожского, кроме выплавки чугуна и выделки железа, славились производством различных промышленных изделий. В 1826 году «Горный журнал» сообщал, что в Петербург с Пожевских заводов доставлены различные изделия, сделанные из

железа и частью из зеленой меди и стали. Прежде всего привлекали внимание большие часы особого устройства и отличной отделки. Самое главное достоинство часов состояло в том, что они были сделаны почти из одного железа. В статье, названной «Сталь В. А. Всеволожского», говорилось: «При сем должно заметить, что большая часть членов сих часов состоит из особого железа, выделываемого отличным способом на заводах В. А. Всеволожского. Сие железо имеет чрезвычайную прочность и плотность, вследствие коей принимает превосходную, блестящую политуру, подобную стали. Оно называется на месте его приготовления, для отличия от прочих сортов сего металла, литым железом».

К этому тексту следовало примечание: «Оно приготовляется следующим образом: посредством особенного наклонения соплов получается сначала чугун, содержащий в себе как можно меньше углерода, потом сей чугун цементируется в железной руде; в сем процессе чугун лишается еще части своего углерода, который соединяется с кислородом руды, и потом сей чугун обрабатывается на железо обыкновенным способом».

Еще 17 марта 1814 года В. А. Всеволожский подал заявку в Пермское горное управление на выдачу ему привилегии на «новый способ делать из чугуна всякое железо, не переделывая оного в полосы кричным способом, и литую сталь». В заявке указывалось, что литая сталь изготовлялась «на маленькой домне» — вагранке. В нее загружали обрезки листового или полосового железа в количестве 1,5—2 тонны, пересыпая его по мере загрузки древесным углем. Затем «сильным раздуванием мехов стараются привести металла сколько можно поспешно в расплавление». Металл должен «притти в надлежащую зрелость», то есть науглеродиться.

По сути, это был тот же тигельный процесс переплавки, только в оригинальном техническом исполнении и крупных масштабах. Если Гентсман получал несколько килограммов готового металла за плавку, то Всеволожский — более тонны. Смелым новаторским решением по сравнению с привычными способами явилось применение твердого окислителя — же-

лезной руды. Вспомним: окисление углерода чугуна в кричном горне происходит за счет кислорода воздуха только с поверхности и потому медленно. А здесь в окислении участвует также кислород руды. Кроме того, изобретатель ввел вместо ковки прокат полученного железа на сорта, а также штамповку. Нужно обратить внимание и на возросшую производительность процесса.

Изобретатель в заявке отмечал, что «малая цена, по которой сталь обойтись может, уменьшит привоз ее из чужих краев, а большие количества, в каковых она одним разом приготовляется, не как у иностранцев, немогших до сего времени оной приготовлять вдруг больше нескольких фунтов, дают возможность отливать стальные цилиндры, прессовые винты, наковальни и другие огромные вещи».

Присланные образцы рассмотрела техническая комиссия Горного департамента. Последовало заключение: «Стальные ножницы как по доброте стали, так и отделке удобны к употреблению». Однако комиссия рекомендовала провести дополнительные испытания металла на Монетном дворе и у шотландца Берда, владельца машиностроительного завода в Петербурге.

На Монетном дворе вскоре дали положительный отзыв, сообщив, что «доставленная литая сталь в десяти кусках, весом 8 фунтов, имеет способность свариваться между собой, так и с железом».

Предприниматель Берд, обещавший ввести пароходы на всех русских реках и морях, не торопился с ответом. Оно и понятно: владелец Пожевского завода был ему конкурентом. Через 13 месяцев Берд прислал резко отрицательную оценку стали Всеволожского. Прошение русского заводчика было положено под сукно. Пожевские машиностроители продолжали производство железа и стали, лишенные защиты привилегии.

Уральский мастер Иван Федорович Макаров (умер в 1844 году) проводил в Нижнем Тагиле важные опыты получения литой стали. В 1807 году заводчик Н. Н. Демидов, пожелавший возобновить у себя производство кос, послал мастера в Вену для ознакомления с заграничной технологией их изготовления. Совершенствуя методы получения хорошей стали для

кос, И. Ф. Макаров в начале 30-х годов построил по своему проекту печь, в которой железо производилось не кричным, или пудлинговым, процессом, а путем ряда «особых переходов из чугуна», расплавлением и обезуглероживанием.

Когда до владельца завода Демидова дошли слухи о получении литой стали П. П. Аносовым в Златоусте, он послал туда Макарова. Цель «командировки»: «для обучения деланию литой стали и кос» по способу Аносова. Но в Златоусте выяснилось, что там тагильскому мастеру не все в новинку. Оттуда он сообщал, что еще в 1835 году представлял образцы литого железа, которое «превращается в сталь», то есть он, независимо от Аносова, освоил получение литого металла.

Управляющий демидовскими заводами В. Д. Белов в конце прошлого века писал о Макарове: «В продолжении многих лет он производил ряд опытов в этом направлении; до сих пор, сколько мне известно, имеются некоторые вещи, как, например, ружейный ствол, приготовленный из этого материала».

Особую известность в начале XIX века получили работы мастера-изобретателя Семена Ивановича Бадаева (1778—1847). О нем мы можем рассказать несколько подробнее.

Замечательный изобретатель испытал немало огорчений из-за своего крепостного происхождения. Дамоклов меч барской неволи многие годы висел над ним.

Отпущенный помещиком на заработки в Петербург, Семен Иванович несколько лет работал на Колтовской стальной фабрике. Здесь он прошел хорошую школу стального производства. Усваивая известные приемы получения стали, он дополнял их своими догадками и соображениями. Идея получения однородного и прочного металла, который занимал бы среднее положение между чугуном и железом, сделалась целью его жизни. Пытливый ум и природная сметка помогли ему найти верный путь к ее осуществлению. Он сообщил начальству, что знает способ делать литую сталь превосходной доброты.

Предложенный им способ состоял в цементации железа и последующем расплавлении полученной це-

ментованной стали. Затем снова производилась цементация литой стали. Изобретатель предложил и печь, объединявшую два отделения — цементационное и тигельное. Работа в них должна вестись поочередно.

На проведение опытов первыми согласились Монетный двор и завод хирургических инструментов. Эти предприятия испытывали особо острую нужду в высококачественной стали для своих изделий.

Дождливой осенью 1809 года пришел Семен Иванович на завод хирургических инструментов. Здесь ему предстояло провести предварительные опыты, от успеха которых во многом зависела его будущность.

Первую плавку мастер вел в кузнице на простом кузнечном горне. Нужного оборудования не было. И плавка провалилась.

Не без колебаний согласился изобретатель остаться «для производства вторичных над отливкою стали опытов со всеми пособиями, какие он для сего потребует». Для опытов Семен Иванович построил горн собственной конструкции.

В полдень 9 июня 1810 года Бадаев приступил к новым опытам.

Первая стадия опытов заключалась «в цементовке железа с угольным цементом». Изрубив железо на мелкие короткие полосы, мастер уложил его вместе с цементом (карбюризатором — по-современному) в ящик из огнеупорной глины. Ящик нагрелся до темного, а к исходу третьих суток — до светло-красного каления. Железо, впитав часть углерода, превратилось в сырую сталь.

Семен Иванович не отходил от печи. Процессом управлял лично сам, помогал ему подручный. По ходу работы брались пробы. Начальная часть опыта прошла благополучно. Железо получилось в изломе мелкозернистым. Закаленные в воде полоски приобретали твердость хорошей стали.

Далее предстояла самая ответственная часть опыта — плавка науглероженного железа в горшках (тиглях). В каждом из них помещалось 6—8 фунтов металла. На плавку обычно шло около часа. За день успевали сделать 5—6 плавок. Всего произвели 38 плавок.

Готовую литую сталь Бадаев вылил в форму — ружейные стволы, смазанные внутри салом и предварительно прогретые. Спустя некоторое время мастер встряхнул стволы, и из них выпали ровные тонкие прутки. Тщательно осмотрев прутки, он испытал каждый из них ударом о наковальню. Металл издавал протяжный, медленно угасающий звон.

Прутки литой стали мастер снова подверг цементации. Затем их ковали легким ручным молотом. Прутки легко полировались до зеркального блеска. Это была сталь, пригодная для изготовления инструментов.

Вес откованной стали составил 1 пуд 33 фунта. 10 фунтов отправили в Горный департамент. Томительно тянулись дни в ожидании результатов анализа. Прошло несколько месяцев, пока мастер узнал оценку своей работы.

14 января 1811 года столичная газета «Северная почта» писала о С. И. Бадаеве: «Сталь, выделанная им, представлена была Горному совету и по пробам разных вещей, из нее отработанных, как-то: пуансонов, зубил, пружин, грабшихтелей и сверл, найдена не уступающей лучшей английской стали.

Из сей же стали Бадаева сделаны разные хирургические инструменты и бритвы здесь и в Москве, кои равным образом признаны хорошими».

В заметке сообщалось, что Бадаев «как изобретатель сего способа, желая открыть оный на пользу общую», сказал, что «он готов служить где угодно и открыть секрет свой кому повелено будет».

Способ получения стали, предложенный Бадаевым, имел такое выдающееся значение, что изобретатель был выкуплен правительством у владельца, награжден медалью и отпущен на волю с условием: «Стальной мастер Бадаев должен быть употреблен на казенных заводах Уральского хребта для дальнейшего испытания стали».

Бадаева направили на Воткинский завод, один из передовых в техническом отношении для того времени. Однако заводские чиновники встретили приезжего мастера холодным безразличием. Глубокой осенью ему выделили для опытов помещение, плохо защищенное от ветра и стужи. Но даже в этих трудных ус-

ловиях изобретатель совершенствовал свой способ. В цементационной печи томлением в течение 12 суток приготовляли около 180 пудов пузырчатой стали. Затем ее расплавляли в тигле, вмещавшем сначала до 2,45 килограмма металла, потом — до 12 килограммов.

Бадаевская сталь (ее так и называли современники) обладала весьма высокой вязкостью и хорошо сваривалась, превосходя в этом отношении лучшие образцы иностранной стали. Она была испытана «на многих инструментальных заведениях» и превзошла по своим свойствам златоустовскую сталь, которая во второй четверти XIX века пользовалась известностью благодаря «отличному качеству вырабатываемого из нее белого оружия».

Первое время бадаевская сталь изготовлялась только «собственно для заводских потребностей», а затем и по заказам для других «казенных мест». В 1840 году 50 пудов этой стали впервые появились на Нижегородской ярмарке. Изобретение Бадаева получило похвальную оценку на Лондонской Всемирной выставке 1851 года.

Командированный в середине XIX века русским правительством для осмотра английских заводов полковник Армстронг сообщал: «Описав вкратце английский способ приготовления литой стали, приятным долгом считаю присовокупить, что литая сталь мастера Бадаева, приготовляемая на Камско-Воткинском заводе из тагильского железа, на многие употребления, а именно на сверлильные бруски для сверления и обточки оружия, на зубила для рубки чугуна и прочее, не уступает литой стали английской».

Бадаев был не только искусным сталеваром, но и неутомимым исследователем. Для получения стали различной твердости производил замену материалов в шихте. В ходе опытов установил признаки, по которым мастер мог бы судить о хорошем качестве выпускаемой стали. Занимаясь в 1822 году исследованием свойств сплава стали с платиной, он приготовил две бритвы «из стали, соединенной с платиной». В 1830 году в лаборатории Горного корпуса Бадаев производил опыты по изготовлению булатной стали. По отзывам газеты «Северный муравей», Бадаев де-

монстрировал «столь отличные образцы литой стали, что она фигурами дамаскировки[1] своей, так и крепостью едва ли уступит настоящему булату».

Общую оценку работы Бадаева дает «Энциклопедический лексикон» Плюшара (1835): «Сталь Бадаева оказалась лучше знаменитой гунцмановской (гентсмановской.— *Н. М.*) стали, применявшейся для приготовления штемпелей. Россия тогда ежегодно ввозила стали и разных стальных изделий более чем на 3 млн. рублей. С распространением бадаевской стали ввоз этот мог прекратиться.... Без сомнения выделка стали и изделий из нее будет приносить еще гораздо более выгоды, чем для Англии, ибо сталь мы будем приготовлять из собственного железа, между тем, как Англия покупает для этого наше русское или шведское железо».

Поиски новых способов получения стали Гентсманом, русскими сталеварами и практиками в других странах велись чисто эмпирически, вслепую, ощупью, путем многих опытов и неудач. Содействия науки здесь не было. Труды описательного типа (Агриколы и других авторов) фиксировали только существующее положение в металлургическом производстве, не давая теоретического объяснения происходящих процессов. Свет теории в металлургию впервые внес замечательный русский ученый П. П. Аносов.

АНОСОВ

Его имя тесно связано с развитием металлургической науки. Он поставил себе задачу найти строгую научную основу для заводского производства, превратив металлургию стали из ремесла и искусства отдельных мастеров в точную науку. Но вначале познакомим читателя с положением дел в теории металлургии до него.

Теория металлургических процессов стала зарождаться в XVIII веке на базе быстро растущего спроса на разнообразные металлические материалы. Она

---

[1] «Дамаскировкой» называли искусственное наведение на поверхности стальных клинков узоров, схожих с узорами на булатных клинках.

основывалась на развитии химии как науки о превращениях веществ, особенно много преуспевшей во второй половине XVII и XVIII веков.

Первой общей теорией, пытавшейся охватить все известные науке и практике явления горения, окисления и восстановления, была теория флогистона, выдвинутая в 1669 году немецким алхимиком И. Бехером и окончательно сформулированная его учеником Г. Шталем. Теория была предложена для объяснения процессов горения веществ, превращения металлов в «земли» (окалины) и получения металлов из руд. Согласно ей, процесс горения объяснялся выделением из тел флогистона (от греческого — сжигаемый) — особой летучей, невидимой материи. Для объяснения причины увеличения веса окислившегося тела флогистону приписывалось свойство обладать отрицательным весом. Теория флогистона объединила ряд химических процессов, явлений и дала им свое объяснение. Получив такую обобщающую теорию, ученые того времени стремились к дальнейшим исследованиям в химии. В конечном счете накопленные химиками сведения под влиянием этой теории и привели к опровержению учения о флогистоне.

Работами в области металлургии железа занимался французский ученый-естествоиспытатель Реомюр (1683—1757). Среди своих разносторонних исследований он оставил ряд трудов по металлургии. Наиболее интересная и известная его работа «Искусство превращать ковкое железо в сталь и искусство адусировать чугун» (1722) описывает цементацию и закалку стали, а также способ получения стали сплавлением чугуна и ковкого железа. Это сочинение занимало видное место в технической литературе XVIII века. В нем Реомюр высказал мысль, что железо и сталь отличаются друг от друга в химическом отношении только присутствием какой-то примеси, названной им летучей солью, которая и определяет различные их свойства. В 1737 году французский химик Базен в одной из своих работ высказал мысль, что сталь является чем-то средним между чугуном и железом. Но лишь в 1814 году немецкий исследователь К. Карстен указал, что такой примесью является углерод. Таким образом, была доказана единая материальная приро-

да всех железоуглеродистых сплавов — чугуна, стали, железа.

Гениальный русский ученый-энциклопедист Михайло Васильевич Ломоносов (1711—1765) внес также немало нового и ценного в химию и металлургию. В 1748 году при Российской Академии наук заботами Ломоносова была открыта химическая лаборатория — замечательное научное учреждение для своего времени.

В России же появилось и лучшее для XVIII века руководство по металлургии — книга М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел», написанная им в 1742 году, изданная в 1763 году. Труд Ломоносова явился настоящей энциклопедией по горному и заводскому делу. В виде большого тома в 428 страниц с таблицами книга была издана крупным по тому времени тиражом — 1225 экземпляров и сразу же разослана по заводам. Появившись в период мощного развития русской металлургии XVIII века, труд Ломоносова имел исключительно важное значение для русской горнозаводской промышленности. Более полстолетия это было единственное руководство, по которому воспитывались и учились работать русские техники и мастера.

Автор глубоко понимал значение металлургии в развитии страны. «Металлургия — предводительница... внутреннему богатству»,— подчеркивал он. В своем сочинении Ломоносов рассказал о главнейшем в технике добычи металлов, научно обобщил богатый опыт металлургов, накопленный к тому времени, дал много ценных советов практикам. В его книге встречаются рекомендации по экономике и организации горного и металлургического производства.

Зависимость развития науки и техники от практических потребностей, обусловленных ростом промышленности, особенно стала тесной в XIX веке, в период расцвета капиталистической индустрии. Мощный подъем производительных сил капитализма вызывает бурное развитие естественных наук (конец XVIII в.— первая половина XIX в.). Производство металлов и различных химических продуктов явилось стимулом и в то же время результатом развития науки в XIX веке. Период капиталистической индустриализа-

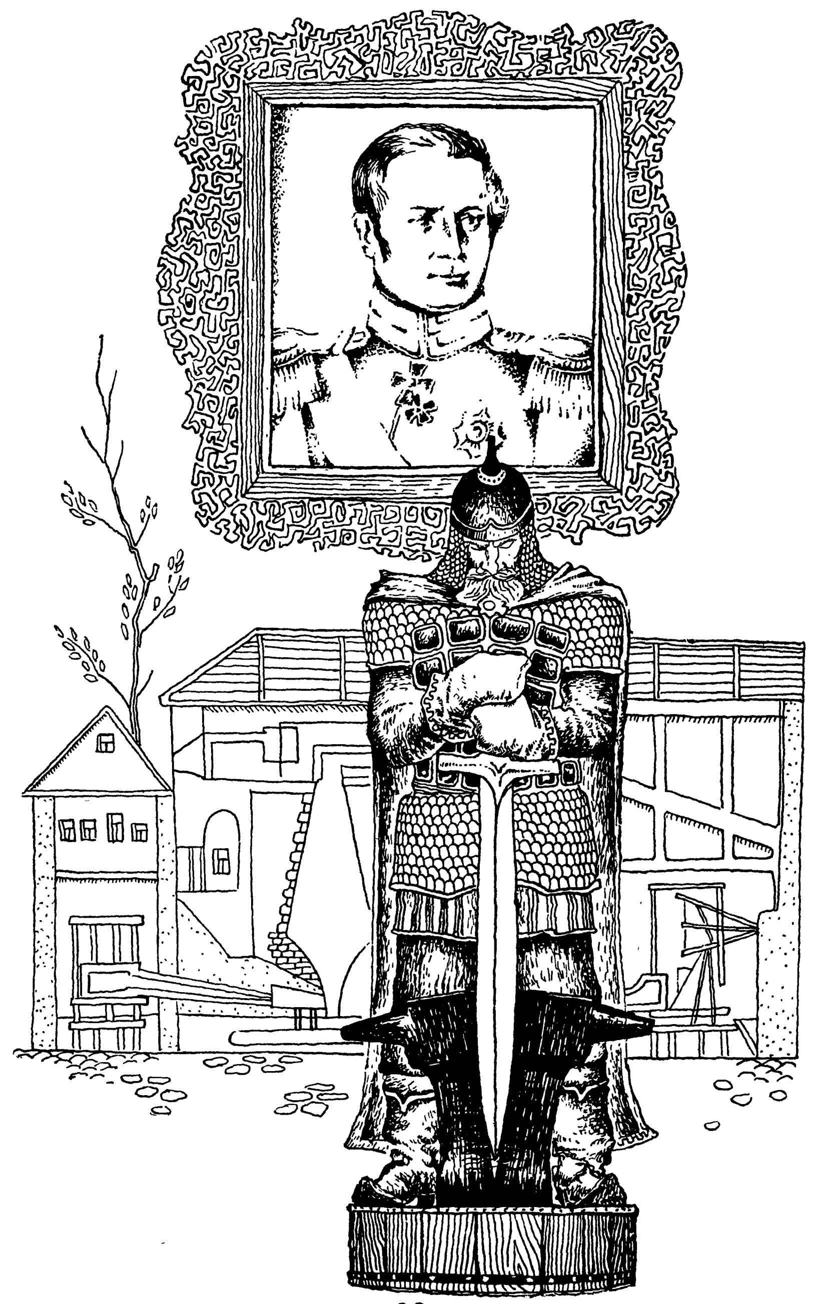
ции особенно ярко выявил влияние потребностей производства на развитие научного познания. Практика явилась основным критерием истинности и ценности создаваемых теорий и процессов. Науки через технику были связаны с развитием производства, способствовали росту производительных сил общества. Все большее значение для создания стройной металлургической теории имело дальнейшее развитие химии.

Особенно большие успехи были достигнуты в развитии атомно-молекулярного учения. Благодаря открытию законов химического состава вещества удалось экспериментально подтвердить теорию атомистического строения вещества. Был сформулирован закон химических пропорций, разработаны основы химического анализа, выведены формулы химических соединений и уравнения реакций. Важное значение имело развитие термохимии, ибо металлургия, по ходячему выражению, представляет собой химию высоких температур.

Появляются первые исследования металлургических процессов в отдельных производствах. В области сталеплавильного производства наибольший вклад в первой половине XIX века внес русский металлург П. П. Аносов (1799—1851).

Павел Петрович Аносов родился в Петербурге в семье секретаря Берг-коллегии, воспитывался у деда, служившего механиком на Камских заводах. Одиннадцати лет был зачислен в Горный кадетский корпус, преобразованный позже в Горный институт.

Закончив учение, Аносов в 1817 году поступил на Златоустовский завод — одно из старейших металлургических предприятий России, основанное еще при Петре I. Для начала — скромная должность техника для разных поручений. Новичок знакомится с обширным производством, включавшим рудники, металлургические и оружейные фабрики. Внимательно изучает оборудование, технологический процесс, организацию производства. Спустя два года на основе обработки собранного материала написал свою первую работу «Систематическое описание горного и заводского производства Златоустовского завода». Хороший пример ознакомления с производством для молодого специалиста!



Администрация завода приметила у Аносова эту исследовательскую жилку — умение обобщать и анализировать фактический материал. В 1819 году Аносова назначили смотрителем отделения «Украшенного оружия» Оружейной фабрики, в 1821 — помощником управителя фабрики; в 1824 — ее управителем. В Златоусте Аносов проработал около 30 лет, пройдя службу от самого нижнего чина до генерал-майора корпуса горных инженеров. Аносов постоянно жил заботами о развитии и совершенствовании производства. С 1828 года он начал исследования новых способов получения стали. Эти исследования, проводимые в течение 10 лет, привели его к открытиям, чрезвычайно важным для металлургии. Среди них наиболее известным является раскрытие тайны булата.

Булат — знаменитая сталь, о которой слышали многие, даже не металлурги. Эта сталь была одним из секретов древности, люди много раз его разгадывали и снова теряли.

Вальтер Скотт в своем романе «Талисман» рассказывает о состязании в ловкости между султаном Саладином и английским королем Ричардом Львиное Сердце. Во время состязания Ричард своим мечом разрубил на две части копье одного из рыцарей — все видели высокую прочность стали и страшную силу удара короля. В ответ Саладин подбросил в воздух тонкое покрывало и рассек его своей саблей — прекрасное доказательство остроты клинка и ловкости воина. Клинок султана был булатный. Это одна из многих легенд, рассказывающая о чудесных свойствах булата.

Из Индии, родины булата, в восточные страны ввозили вутцы — «хлебцы» из стали. Они имели вид плоской лепешки диаметром около 12,5 сантиметра, толщиной четверть сантиметра и весом около 900 граммов. Каждый такой хлебец разрубался пополам на равные части, чтобы покупатель мог рассмотреть строение металла. Мечами индусов, изготовленными из такой стали, можно было рубить камни и рассекать в воздухе легкие шелковые ткани.

Знаменитый арабский путешественник и географ Эдризи в 1154 году писал, что индусы в его время славились производством стали и выковкой мечей. За

сотню лет до него Бируни, описывая производство стали и мечей, восклицал: «Никогда не будет народа, который лучше разбирался бы в отдельных видах мечей и в их названиях, чем жители Индии!» И он далее рассказывает, что мечи в Индии делали всяких цветов: зеленые (отполированное железо натирали раскаленным порошком медного купороса), синие, белые, с красным полем и белыми узорами на нем, цвета фиринд, или фаранд («шелковая узорчатая ткань»), то есть с узорчатым рисунком на стали.

Узоры, рисунки на металле были самой главной внешней отличительной особенностью булатных мечей. На некоторых булатах узоры были видны невооруженным глазом сразу после полировки. На других узоры появлялись только после травления соком растения. Узор мог быть крупным или мелким.

Мастера Востока тщательно хранили секрет производства булата, передавая его из рода в род. Было несколько известных центров по изготовлению булата. Особенно славился этим сирийский город Дамаск. Там уже 1800 лет назад существовала первая крупная мастерская по изготовлению стали и производству оружия из индийского вутца. Название «дамасская сталь» позже было собирательным понятием булатной стали, изготовлявшейся в разных странах.

Булатные клинки ценились очень высоко во все времена. Бируни, сообщая о различных видах индийских мечей, упоминает один из них — маджли, на котором изображаются животные, деревья, пишет: «Стоимость такого меча равна цене лучшего слона, если же рисунок будет изображать человека, то ценность и стоимость меча еще выше». Да и в более поздние времена, например в начале XIX века, синдский эмир отказался взять за свою булатную саблю 2250 червонцев.

Знакомство европейцев с булатом началось еще в эпоху римского владычества — около 2000 лет назад. Позднее славу булатного оружия разнесли купцы, приобретавшие его в Дамаске и развозившие по многим странам. С начала III века способ ковки дамасских мечей распространяется в Западной Европе. Однако спустя 700 лет секрет производства был снова утерян.

Имеются документы, подтверждающие, что в средние века и на Руси велось производство булата. Так, в 1616 году оружейный мастер Дмитрий Коновалов выковал зерцало из булата. В ряде документов встречаются записи: «сабельные полосы, булат синий, московский выков», «сабля полоса русская с долами на булатное дело». Однако к концу XVII века это искусство, видимо, пришло в упадок, а потом и вовсе забылось.

Интерес людей к булатной стали не пропадал. В прошлом веке ученые разных стран пытались раскрыть ее секрет. Среди них был и знаменитый английский физик Майкл Фарадей, безуспешно пытавшийся получить булат путем добавки к стали алюминия или платины. Только уральскому металлургу Павлу Петровичу Аносову удалось раскрыть тайну булатной стали.

К опытам получения литой стали в тиглях Аносов приступил в начале 1828 года. Трудностей встретилось немало. На заводе не было никаких устройств для проведения плавок. Их пришлось создавать заново.

Исследователь ведет записи в «Журнале опытов», где отражает ход своих поисков. Он изучает действие на чистое железо углерода, полученного из самых различных веществ. Через его руки проходят сажа, рог, слоновая кость, древесина, цветы и листья. Не получив желаемых результатов при помощи растительных и животных веществ (о них говорилось в древних поверьях), Аносов решил испытать углерод ископаемых тел — графита и алмаза. Удалось собрать два фунта местного графита высокого качества.

В небольшой тигель заложили 5 фунтов чистого железа и 0,5 фунта графита. Плавка велась в открытом тигле «на довольно сильном духу» и продолжалась два часа. Затем тигель охлаждали вместе с печью. После проковки полученного металла в полосу на нижнем конце ее обнаружились долгожданные узоры настоящего булата. Из нижнего конца этой полосы приготовили первый булатный клинок, называемый хоросаном.

Многолетние творческие искания увенчались успехом. Первый образец настоящего булата П. П. Ано-

сов получил в 1833 году. «Полоска булата сгибалась без малейшего повреждения, издавала чистый и высокий звон. Отполированный конец крошил лучшие английские зубила, тогда как отпущенный — легко принимал впечатления и отсекался чисто и ровно».

Изготовленные на Златоустовской фабрике булатные клинки имели золотистый отлив с крупным сетчатым или коленчатым узором, что. по мнению знатоков, было признаком высшего сорта булата. Эти клинки разрубали гвозди и кости, не повреждая лезвия, и вместе с тем легко перерезали в воздухе газовый платок.

Так что же такое булат, над тайной которого так долго и упорно бились многие люди? «Железо и углерод и ничего более,— отвечал Аносов.— Все дело в чистоте исходных материалов, в методе охлаждения, в кристаллизации».

Да, действительно, булат оказался высокоуглеродистой сталью без каких-либо особых примесей. Булат являлся продуктом естественной кристаллизации стали, получаемой при соединении железа с углеродом. Сущность образования булата заключалась в насыщении сплава большим количеством углерода — около 1,3—1,5%. В условиях медленного охлаждения образовывалось и находилось в некотором излишке соединение железа с углеродом — так называемый цементит, который не растворялся, как это бывает с обычной сталью, а оставался среди железа как бы во взвешенном состоянии. Прослойки цементита обволакивались медленно стынущим мягким железом. Поэтому при высоком содержании углерода, что придает металлу твердость, булат сохраняет большую вязкость, упругость, которой лишена обыкновенная сталь. Из-за наличия прослоек хрупкого цементита отковка булата должна производиться крайне осторожно, ударами легкого молота, с многократным нагреванием до критической температуры — до температуры красного каления, переход за которую ведет к потере булатом своих основных свойств и характерного рисунка. Процесс изготовления булата был очень трудоемким, длительным и требовал высокого искусства.

Наладив на Урале производство тигельной стали, Аносов с законной гордостью писал: «В Златоусте литая сталь, получаемая из стальных обсечков и тагильского железа, может не уступать английской литой стали: в этом меня убеждают многие сравнительные опыты».

Работы Аносова по освоению производства булатной стали имели большое значение для дальнейшего развития металлургии. Он исследовал влияние на свойства булатов различных добавок — марганца, титана, платины. Оказалось, что выплавка булатной стали не связана с их добавками. Но при этом исследователь выяснил действие различных элементов на свойства металлов.

Крупнейшим достижением Аносова явилось открытие процесса газовой цементации железа при его переплавке в сталь.

Аносов доказал, что цементация идет успешно и в газовой среде, а не только в соприкосновении с твердым углеродом, как это делалось прежде. До него цементацию и расплавление (тигельный процесс) если и объединяли, то вели последовательно, один за другим. Он же осуществлял одновременно оба процесса: плавил железо в атмосфере печных газов, богатых окисью углерода. Весь процесс получения стали по способу Аносова длился около 9—10 часов вместо многих дней, уходивших на производство цементованной стали. Вот это и явилось его главным вкладом в развитие идеи получения литой стали.

Аносов занимался разработкой всех стадий производства высококачественной литой стали: выплавкой, разливкой, ковкой, отжигом, закалкой, отпуском, механической обработкой, контролем качества металла по макроструктуре и механическим свойствам. Он был первым металлургом, применившим открытые им методы исследования качества стали — микроскоп (1831), химический анализ, механические испытания — к изучению связи свойств стали с ее строением. Труды ученого «Описание нового способа закалки стали в сгущенном воздухе» (1827), «О приготовлении литой стали» (1837), «О булатах» (1841) раскрыли много нового в природе железа и его спла-

вов и явились первыми научными сочинениями о стали и ее свойствах.

В 1847 году Аносов покинул Златоустовский завод. Его назначили начальником Алтайских заводов. Преждевременная смерть прервала его кипучую деятельность по освоению нового района. 25 мая 1851 года он умер в Омске, куда выезжал по делам службы.

Наша страна не забывает великого русского металлурга. В 1948 году Совет Министров в ознаменование 150-летия со дня рождения П. П. Аносова постановил увековечить его память. Были учреждены стипендии и премии его имени за лучшие научные работы в области металлургии. Вновь изданы его научные труды. 19 декабря 1954 года в Златоусте состоялось торжественное открытие памятника П. П. Аносову.

ГОРЯЧЕЕ ДУТЬЕ

Это было поистине великое и тихое открытие в металлургии. Великое — по своим техническим и экономическим результатам, тихое — потому что к нему не стремились исследователи широким фронтом, как это было в истории других изобретений. Металлургам казалось все ясным в вопросе о температуре воздушного дутья: практика показывала, что чем холоднее дутье, тем лучше для работы печей. С этим не согласился английский инженер и изобретатель Джемс Бомонд Нейльсон (1792—1865).

Сын сторожа угольных копей близ Глазго, Джемс с 13 лет начал работать на каменоломне вместе с отцом. К этому времени он прошел начальное обучение, которое не шло далее умения читать, писать и считать. Два года Джемс служил при подъемной машине в угольных копях. Учтя пристрастие сына к механике, родители определили его учеником к старшему брату — опытному механику при небольшой паровой машине. Оба брата исполняли одновременно обязанности машиниста и кочегара. В течение трех лет на этой работе Джемс использовал свободное время для

самообразования — изучал грамматику, черчение и математику.

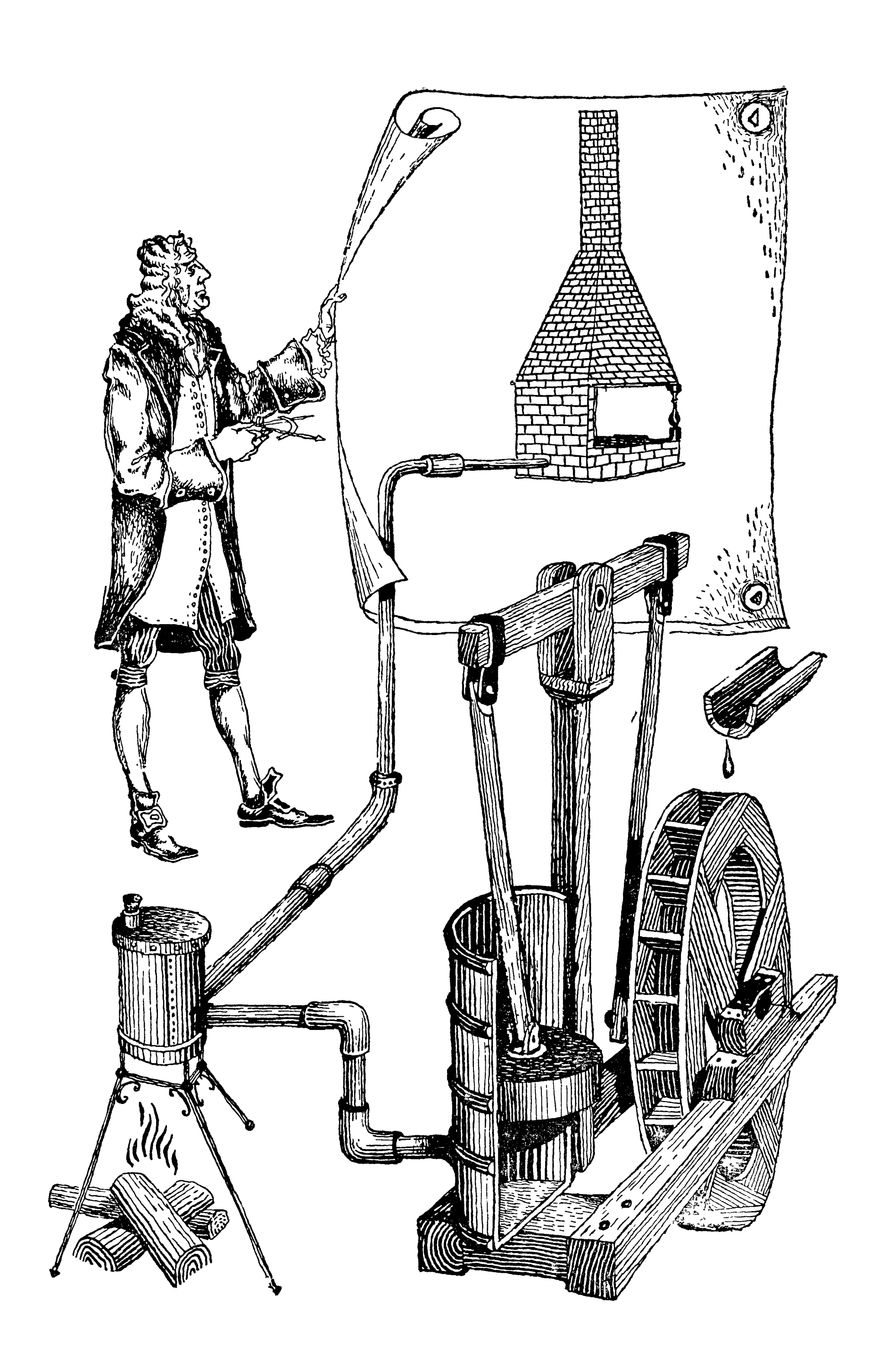
Двадцатипятилетний Нейльсон прибыл в Глазго. К тому времени в городе образовалась компания, решившая устроить первый газовый завод в Шотландии. Будущий крупный газовый химик до этого лишь раз в жизни мальчишкой видел газовое освещение, да и то во время иллюминации по случаю Амьенского мира в 1802 году на тех копях, где служил его отец. Иллюминация была устроена самым простейшим способом: без конденсатора, очистки газа и газометра.

Нейльсон осмелился предложить свои услуги газовой компании, когда узнал, что дирекция ищет подходящего человека для управления заводом. Его предложение приняли, и здесь Нейльсон прослужил 30 лет, поставив завод на широкую ногу и внеся немало усовершенствований в газовое производство.

Но не этим прославился он в истории техники, не за то был включен в «святцы» металлургов. Став управляющим завода, Нейльсон поставил себе задачу углубить свои знания по химии как практической, так и теоретической. В 1824 году он обратил внимание на исследование способов плавки железной руды. Вероятно, его интерес к этой проблеме был вызван вопросом, заданным ему одним железопромышленником:

— Признаете ли вы возможным,— спросил тот,— очищать воздух, вгоняемый в воздуходувные печи тем же способом, каким очищается углеводородный газ?

Разговор об этом зашел потому, что Нейльсон у себя на заводе использовал железный купорос как очиститель, пропуская газ через слой древесного угля, которым газ очищался от смолистых и маслянистых веществ. Заводчик предположил, что присутствие серы в воздухе, подаваемом в доменную печь, вызывает нарушение процесса в горне и приводит к тому, что летом металл получается хуже, чем зимой. Нейльсон возражал, полагая, что действительной причиной замеченной разницы является скорее всего более высокое, чем зимой, содержание водяных паров в дутье. Для устранения недостатка рекомендовал осушать воздух, пропуская его через трубы, наполненные извест-



няком. Несколько позже он пришел к мысли о нагреве дутья. Этому помог случай.

Однажды Нейльсона пригласили для консультации по поводу ремонта водоохлаждаемой камеры для регулирования дутья. Заводчик Эцин обратился к нему с просьбой:

— Мистер Нейльсон, мои воздуходувные горны в Ньюкирке плохо работают. Я думаю, что они очень удалены от воздуходувки.

— Какое расстояние от воздуходувной машины до горнов? — спросил Нейльсон.

— Пожалуй, с полмили. Не придумаете ли вы, как усилить дутье?

— Хорошо, мистер Эцин, я подумаю.

Возможно, дутье теряется на длинном пути, размышлял Нейльсон. Знание известного физического закона о возрастании объема газа с повышением температуры навело его на мысль нагреть воздух. Он произвел несколько опытов на газовом заводе. Пропустил воздух через раскаленный сосуд и направил его в трубу таким образом, чтобы полностью окружить горящий газовый рожок. Успех! Было видно, что и само горение и освещение становится значительно сильнее. Нейльсон идет в кузницу. Раздувая пламя горячим воздухом, получает те же результаты. Изобретатель готов подать горячее дутье в домну. Но тут-то заводчики подняли его на смех:

— Что за нелепая идея? Кого он вздумал учить? Этот производитель газа осмеливается поучать опытных людей, да еще вопреки общеизвестным приемам!

Полагая, что зимой печи работают лучше из-за холодного воздуха, металлурги тогда стремились подавать в печи воздух более холодный. Для этого воздух проводили над холодной водой, иногда закладывали в воздухопроводы лед или, полагая, что белая краска холодит, окрашивали воздухопроводы в белый цвет. А тут некий Нейльсон им предлагает подогревать дутье!? Заранее убежденные в никчемности затеи, они и не собираются проверять его предложение.

Сколько в истории техники было таких случаев инертности и косности! Все новое, необычное — в штыки! А ведь, казалось бы, только проверь, выясни — и убедись в ценности нового. Ан нет! Косность

против. Эпизоды трудной судьбы Нейльсона, его многолетняя борьба за изобретение и жизнь других изобретателей, ставших героями нашей книги, могут составить содержание романа металлургии, подобно роману археологии в книге К. Керама «Боги, гробницы, ученые». Так захватывающи по своей борьбе идей эти документальные эпизоды истории металлургии.

Идет время (потеря для прогресса металлургии), а изобретатель все ищет заводчиков для постановки опытов. Наконец с немалым трудом ему удалось уговорить владельцев железоделательного завода в Клайдо провести опыт. Ими оказались Чарльз Макинтош (изобретатель непромокаемого плаща) и Колен Денлоп. Первый опыт показал несомненную убедительность идеи Нейльсона, хотя дутье удалось нагреть только до 44° С. Было видно, что при нагретом дутье шлак выходит из доменной печи более жидким и с меньшим содержанием железа. Изобретатель просил разрешения провести опыт с более высокой температурой дутья. Заводчики отказались.

Прошло еще несколько лет настойчивых стремлений к осуществлению идеи, пока Нейльсону удалось провести на том же заводе в Клайдо опыт в таких размерах и при таких условиях, что это привело к полной удаче и победе его открытия.

3 марта 1828 года Нейльсон подал заявку на изобретение под названием «Усовершенствованное использование воздуха в пламенах, горнах, печах», в том же году получил патент на 14 лет. Из описания патента можно представить главную особенность изобретения: «Воздушная струя поступает в приемник, а оттуда при помощи труб, сопел или отверстий направляется в горн или печь. Приемник должен быть совершенно непроницаем для воздуха, за исключением отверстий для впуска и выпуска воздуха. Во время действия мехов приемник искусственно подогревается до значительной температуры. Размеры резервуара зависят от необходимого для дутья количества воздуха и от желательной температуры. Для горнов и печей больших размеров, как, например, для доменных печей или очень больших чугуноплавильных вагранок, необходимы соответственно более объемистые и многочисленные резервуары... Резервуар, через ко-

торый проходит воздушная струя, должен нагреваться при помощи топочного пространства, изолированного от нагревательного пространства для воздушной струи...»

Собственных средств Нейльсона не хватало на то, чтобы усовершенствовать изобретение и вести судебные дела в случае нарушения его прав. Он стал искать компаньонов, соглашаясь получать на свою долю лишь одну треть прибыли. Ими стали Ч. Макинтош, К. Денлоп и Д. Вильсон.

Результаты опыта на заводе в Клайдо удивили самого изобретателя. Нагрев воздуха осуществлялся в V-образных чугунных трубах, проходящих через топку. Так, доменная печь, работавшая в первой половине 1829 года на холодном дутье, расходовала на тонну чугуна 8,05 тонны каменного угля. А при нагреве дутья только до 149° С в этой же печи за первые шесть месяцев 1830 года расход угля снизился до 5,2 тонны. Если даже учесть, что 400 килограммов угля шло на подогрев дутья, то получалась экономия в 2,5 тонны угля на тонну чугуна. Таким образом, первое же применение горячего дутья на заводах в Клайдо сократило расход кокса на 37,5%. Кроме того, недельная выплавка трех доменных печей поднялась со 110 до 162 тонн.

Металлургам казалось странным то обстоятельство, что экономия горючего намного превышала расход угля, идущего на подогрев дутья. Долго велись споры по объяснению этого явления. Правильно понять его удалось в 1873 году шведскому металлургу Р. Оккерману (1837—1922). Он объяснил, что тепло, вносимое горячим дутьем, усваивается печью полностью, тогда как тепло, получаемое от сгорания горючего, усваивается печью лишь частично, потому что значительная часть этого тепла теряется с отходящими газами, нагретыми до 300—400° С. Впоследствии советский академик М. А. Павлов экспериментально подтвердил это объяснение исследованием работы двух уральских печей и затем излагал его в своих лекциях как единственно правильное.

После первых опытов Нейльсон решил внести изменения в систему воздухопроводящих труб. После долгих уговоров компаньоны согласились на установ-

ку дополнительных секций. Из этой установки возникли первые воздухонагреватели Нейльсона. На усовершенствованном аппарате удавалось нагреть дутье до 315° С.

Английские заводовладельцы, используя изобретение Нейльсона, получали большие прибыли, но всячески пытались уклониться от платы по патенту. Некоторые из них шли по следам изобретателя — вносили детальные улучшения в аппаратуру, в технологический процесс выплавки — и на этом основании считали себя вправе судиться с ним. Владелец завода в Шотландии Баярд, получивший от использования горячего дутья 260 000 фунтов стерлингов чистой прибыли, начал оспаривать патент и втянул Нейльсона в долгий и дорогостоящий процесс. Суд пригласил экспертов. Среди них оказался известный английский металлург Р. Мушет. Эксперты признали открытие Нейльсона особо выдающимся и приравняли его к изобретению первой прядильной машины, явившейся, как известно, провозвестницей промышленной революции в Англии. Суд решил дело в пользу Нейльсона.

Но решающие «судебные битвы» были еще впереди. В 1839 году заводчики составили контркомпанию с целью воспрепятствовать действию патента Нейльсона. Дело тянулось пять лет, в течение которых возникло более 20 судебных процессов. Трижды подавалась апелляция в Верховную палату парламента. Только одна сессия присяжных продолжалась 10 дней, было допрошено 102 свидетеля и ведение дела стоило не менее 40000 фунтов стерлингов. К счастью для Нейльсона, он и его компаньоны выиграли тяжбу, патент 1828 года был окончательно за ним закреплен.

Однако пока суд да дело, новый способ распространялся в английской промышленности. В Шотландии за 5—6 лет все доменные печи перешли на горячее дутье. Вскоре горячее дутье нашло применение во Франции, Швеции. Вюртембергский инженер Фабр дю Фор 3 декабря 1832 года ввел горячее дутье в Германии, пустив в ход первую доменную печь с нагретым дутьем.

Идея Нейльсона все шире завоевывала умы металлургов, а сам он все больше отходил от металлур-

гии. Несмотря на значительные судебные расходы, Нейльсону удалось сберечь достаточную сумму, чтобы прожить вполне обеспеченно. В 1846 году он был избран членом Королевского общества, а в 1851 он расстался с газовым заводом и отдалился от дел, приобретя себе поместье.

Для широкого внедрения горячего дутья имела большое значение еще одна идея — использование нагретых колошниковых газов. Громадное количество тепла, получаемого от сгорания топлива в доменной печи с открытым колошником, выбрасывалось совершенно бесполезно вместе с газами в воздух.

Попытки использовать отходящее тепло делались в начале XIX века в России. На Кусинском заводе в 1805 году на колошнике доменной печи была поставлена рудообжигательная печь, работавшая на колошниковых газах. Через два года подобные печи для обжига руды были устроены на уральских заводах — Златоустовском и Саткинском. В 1819 году работу этих печей видел П. П. Аносов, зарисовал и описал их устройство и действие.

Французский исследователь Пьер Бертье опубликовал в 1814 году работу о различных способах использования тепла отходящих газов доменных и плавильных печей для подогрева воздуха, подаваемого в домны и горны, а также для обжига извести, кирпича и др. Он сообщал о результатах опытов французского заводчика Оберто (1809, привилегия 1811). Опыты по использованию доменного газа в качестве горючего проводил в Германии Фабр дю Фор (1832). С 1837 года он уже систематически пользовался доменным газом как горючим, применяя его для нагрева различных заводских печей.

Одновременно и независимо от подобных исследований в конце 30-х годов XIX века производились опыты по использованию отходящих газов доменных и медеплавильных печей на Урале в Нижнем Тагиле по инициативе Ф. И. Швецова. Тагильские мастера полагали, что использование «теряющегося жара» металлургических печей может произвести «замечательный переворот в заводском производстве». В первой половине 40-х годов тагильский механик Мирон Черепанов построил паровую машину в 10 лошадиных

сил для заводских печей с использованием в ней тепла отходящих газов.

Внедрением горячего дутья в России на Александровском заводе в Петрозаводске занимался в начале 1837 года горный инженер П. Г. Соболевский. Годом раньше исследования действия горячего дутья при выплавке чугуна в доменных печах вел русский химик Г. И. Гесс.

Одновременно продолжалось совершенствование в области нагрева дутья. В 1857 году свой воздухонагревательный аппарат предложил английский инженер Эдуард Альфред Каупер (1819—1893). Он применил для нагрева дутья вместо рекуператоров регенераторы. В чем же тут разница? Рекуператоры представляли собой чугунные трубы: внутри идет горячий дым, а снаружи навстречу движется поток воздуха для нагрева. Здесь передача тепла происходит непрерывно. При этом возможен нагрев воздуха не свыше 350—400° С, иначе трубы быстро перегорают. А в регенераторах (кирпичных камерах) передача тепла идет периодически. Воздухонагреватель Каупера, основанный на принципе регенерации, был в виде высокой башни, выложенной внутри огнеупорной кладкой. Вначале изобретатель использовал отдельную топку для сжигания каменного угля. Продукты горения пропускались через кирпичную насадку, сделанную в виде решетки. Когда насадка нагревалась докрасна, сжигание угля прекращалось и через нее пропускался воздух для нагрева. С 1862 года Каупер использовал при нагреве насадки доменный газ, сжигая его внизу своего аппарата и пропуская продукты горения через насадку. Температура нагрева при этом повышалась до 600—700° С, втрое сократился удельный расход топлива на нагрев дутья.

Воздухонагреватели совершенствовались в течение десятков лет. Теперь мы имеем у каждой доменной печи по 3—4 аппарата. Они работают поочередно на нагрев и на охлаждение насадки. Это цилиндрические башни высотой по 50 метров и диаметром до 8,5 метра, выложенные внутри огнеупорным кирпичом. Очищенный доменный газ сжигается в камере сгорания, что потом обеспечивает нагрев дутья до 800—1160° С. Применение воздушного дутья с по-

вышенной температурой нагрева до 1200° С и постоянной влажностью является в наши дни одним из средств интенсификации доменного процесса с целью повышения производительности печей. Тепло, вносимое в печь нагретым воздухом, как уже говорилось, усваивается полностью, в то время как тепло от сжигания кокса частично теряется с отходящими газами. Поэтому при работе на дутье с повышенной температурой нагрева получается значительная экономия топлива.

ПАРОВОЙ МОЛОТ

Известный французский инженер Брюнель строил в 1839 году в Англии огромный пароход «Великобритания». Его помощник Френсис Гумфри решил посадить колеса на железный гребной вал невиданных размеров: диаметром 30 дюймов (76,2 сантиметра).

— Мы не сможем его сделать,— заявил заводчик.

Ни одна фирма не в состоянии была выполнить подобный заказ. Гумфри пишет письмо известному предпринимателю — изобретателю Несмиту. Сообщив о возникшем затруднении в сооружении машины, он заключает: «Я пришел к полному убеждению, что во всей Англии и во всей Шотландии невозможно найти достаточно сильного молота для выковки гребного вала и двух частей машин, потребных для «Великобритании». Как мне быть? Что вы мне посоветуете? Может быть, сделать этот вал из чугуна?»

Это письмо, пишет в автобиографии Несмит, навело его на размышление. Неужели наши молоты не в состоянии выковать такой вал? Почему?

Здесь мы совершим небольшой экскурс в историю использования металла в машинах. Детали первых машин изготовлялись в основном из дерева. Английский техник XVIII века Дж. Смитон, один из первых применивший чугун для деталей машин, писал в 1782 году: «Когда я двадцать семь лет тому назад впервые стал применять чугун, то все удивлялись, как может хрупкий чугун выдержать там, где не может

устоять самое крепкое дерево. Однако эти отливки несут свою службу исправно и по сию пору».

С ростом производства металла в начале XIX века появились более широкие возможности использования железа. «...Производство железа так удешевилось,— писал Энгельс,— что оказалось возможным делать из железа массу вещей, которые раньше изготовлялись из дерева или камня» [1].

Замена дерева металлом, повысив долговечность и прочность машины, открыла невиданные ранее возможности для повышения надежности и скорости движения станков и двигателей. Возникло машинное производство машин, родилась новая отрасль промышленности — машиностроение, что явилось одним из важнейших последствий промышленного переворота. Среди механизмов, предназначенных для изготовления других машин, первостепенное значение приобрели металлообрабатывающие. Возникла потребность в создании новых механических средств для обработки больших масс металла.

Многие века главным способом получения металлоизделий оставалась ковка. Незначительное место занимало литье из чугуна. С появлением крупных изделий — якорей, цепей, полосового железа — пришлось увеличить вес кузнечных молотов. Появились также некоторые механизмы и приспособления для облегчения ручного труда.

Революционизирующую роль в развитии техники металлообработки сыграло использование водяного колеса в качестве привода молотовых устройств (XIII век). Время обработки поковки значительно сократилось. В XIV—XV веках эти вододействующие устройства — «железные мельницы» все шире распространялись и совершенствовались. В начале XVI века были созданы молоты для отковки более крупных изделий. Вес некоторых молотов достигал одной тонны и выше. В XVI веке распространение получили хвостовые молоты, которыми расковывалось железо в тонкую полосу или лист.

Дж. Уатт в 1782 году взамен водяного колеса построил паровую машину, которая приводила в дви-

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 2, стр. 253.

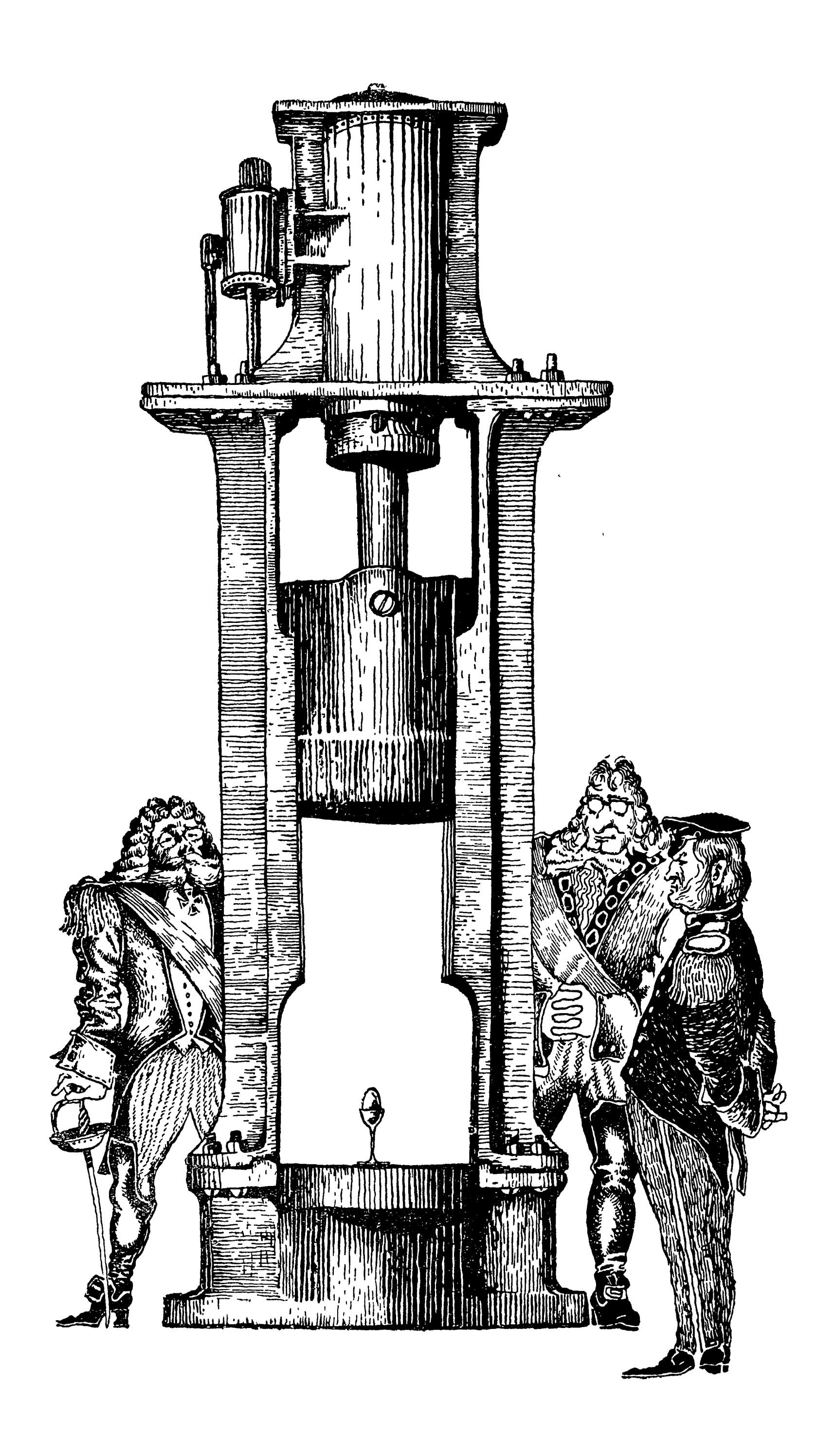
жение молот на фабрике Вилкинсона. Первый молот был 120 фунтов весом и перед ударом поднимался на высоту 8 дюймов. Потом Уатт построил рычажный молот (весом 7,5 центнера), производящий 300 ударов в минуту. Однако удары рычажных молотов были очень слабы: на заводе Круппа один из самых больших паровых молотов, переделанный таким образом в начале XIX века из водяного, поднимался не выше полуметра. Конечно, подобным молотом не откуешь железный вал диаметром в 30 дюймов.

Размышляя, Несмит пришел к выводу, что основной недостаток существующих молотов — малая скорость их падения и слабая сила удара. Он понял, что главной причиной этого является привязанность людей к рычажной системе молота. Это, по сути дела, был большой ручной молот, только приводимый в действие силой пара. И главное, чем больших размеров предмет требовалось ковать, тем меньшее расстояние было между ним и молотом — сила удара была еще слабее. Значит, задача состояла в том, чтобы найти способ поднять молот на возможно большую высоту над заготовкой, затем обеспечить быстрый спуск молота для сильного удара. Свои соображения Несмит тотчас перевел в чертежи будущего парового молота.

«Чертеж,— писал потом Несмит,— был готов спустя полчаса по получении письма от Гумфри. Он представлял грубый черновой набросок, который, однако, заключал в себе основные черты усовершенствованного впоследствии механизма».

Теперь этот «черновой набросок» парового молота часто приводят в книгах по истории техники. По чертежу видно, что молот состоит из наковальни, куда кладут заготовку для ковки; затем — из громадного куска металла в форме молота, производящего удар, затем — парового цилиндра, поршень которого, идя вверх, поднимал на определенную высоту соединенный с ним молот (боек). При помощи самого простого приспособления пар выпускался, вследствие чего молот под собственной тяжестью мгновенно падал вниз, ударяя по заготовке.

Вот так, в течение получаса, было совершено крупнейшее изобретение в области обработки металла давлением. Но так ли это? Знакомясь с жизнью



Несмита до получения письма Гумфри, мы видим, что он имел соответствующую подготовку для своих размышлений. А если проследим за дальнейшей судьбой его изобретения, то убедимся, что для практического осуществления замечательной идеи потребовалось немало времени.

Джемс Несмит родился 19 августа 1808 года в Эдинбурге в семье художника-портретиста. Его отец все свободное время проводил в небольшой мастерской, смежной со студией. Там был токарный станок, на котором он с удовольствием работал. С инструментами художник обращался как настоящий механик. Сын вечно топтался в мастерской возле отца и учился у него различным механическим премудростям. Поэтому понятно увлечение Джемса механикой. Среди посетителей отца были известные техники, например, профессор Миллер, занимавшийся опытами по устройству колесных судов. Мальчишка с жадностью слушал разговоры о предметах науки и механики и с каждым днем укреплялся в своем намерении сделаться инженером.

О его школьных годах лучше всего говорит рассказ самого Несмита из автобиографии: «Я имел счастье быть товарищем сына одного литейщика и посвящал свободное время посещению мастерской, где я внимательно следил за всеми кузнечными и литейными работами. Несмотря на то, что мне было только 12 лет, я помогал в работе и недостаток сил наверстывал страстным желанием. Я люблю вспоминать эти субботние вечера, проведенные в мастерских маленькой литейной, и думаю, что они имели большое влияние на мое воспитание. Для своего образования я не довольствовался только чтением, а находил более полезным всматриваться в предметы и делать их самому, потому что только практическое выполнение надолго запечатлевается в уме. Там же я ознакомился с нравами и характером рабочих, что было очень важно для моего будущего. Вскоре я мог уже обрабатывать довольно удовлетворительно дерево, медь, железо и сталь. Последний металл я предпочитал всем остальным».

По окончании школы Джемс продолжал брать частные уроки по геометрии и арифметике. Кроме того,

занимался в химической лаборатории и в кузнице. Однако основательное знание механики и умение чертить Джемс усвоил в доме отца. 15 лет он изготовил настоящую паровую машину с цилиндром в $1^3/_4$ дюйма. Машина действовала: растирала масляные краски.

Услышав о знаменитых лондонских мастерских известного механика Генри Модсли, Джемс загорелся желанием попасть туда. Модсли был автором многих изобретений в области станкостроения, но самым важным из них было создание поворотного суппорта (резцедержателя) — важнейшей детали токарного станка. До этого резец находился в руках рабочего: можно представить себе точность обработки детали!

Многие выдающиеся английские машиностроители получили техническое образование в мастерских Модсли.

Отец и сын Несмиты отправились в далекий Лондон. Джемс прихватил с собой сделанную им превосходную модель паровой машины высокого давления с чертежами к ней. 19 мая 1829 года после 8-дневного путешествия в первый раз в жизни Джемс очутился в шумной столице и встретился с Модсли. Осмотр модели и чертежей произвел на знаменитого механика хорошее впечатление.

— Из знакомства с вами я убедился, что вам незачем учиться в качестве ученика,— сказал он Джемсу.

Модсли назначил Несмита своим подмастерьем. Положил ему жалованье в 10 шиллингов в неделю. Оставшись в Лондоне, Джемс дал себе слово не брать от отца ни одной копейки и жить только на собственные средства и полагаться на свои силы.

После смерти Модсли (1831) Несмит покинул мастерские. Спустя несколько лет он основал литейный завод Патрикрофт в Манчестере. Около 1838 года вступил в компанию с Гаскелом.

Это было трудное для железоделательной промышленности Англии время: она переживала кризис, приведший к тому, что в течение 1839 года по всей Англии весьма ощутимо сократилось производство металлов. Вот почему первый молот, который сам изобретатель назвал «Малютка-молот», оставался в виде чертежа в его записной книжке. Еще в день по-

лучения письма Несмит отправил Гумфри ответ, к которому приложил чертеж молота. Однако огромная ось для колес парохода «Великобритания» никогда не была выкована. К этому времени изобрели гребной винт. Брюнель сразу ухватился за это изобретение.

Несмит соглашался, чтобы его изобретение было сообщено всем владельцам кузниц. Но никто не проявил желания строить молот. Все одобряли его идею, удивлялись силе молота, а от проекта отказывались — было мало работы по случаю застоя в железопромышленности. Сам изобретатель не брал патент, ибо он стоил не менее 500 фунтов стерлингов, а весь его капитал был занят в литейном заводе с компаньоном.

Однажды в отсутствие Несмита на завод в Патрикрофте приехал с заказом машин Шнейдер, владелец железоделательных заводов Крезо во Франции, со своим опытным механиком Бурдоном. Компаньон Гаскел из любезности к иностранцам водил их по всему заводу, знакомил с оборудованием. В конце визита он показал гостям переплетенную книгу с надписью «Книга проектов», в которой находились чертежи всех изобретений Несмита. При этом обратил внимание на чертеж парового молота, заметив, что ни одна английская фирма не желает строить его у себя на заводе.

В 1840 году Несмит был во Франции и осматривал завод Крезо. Сопровождавший его механик Бурдон в одном из цехов сказал:

— Вот что выковал ваш молот.

Несмит, пораженный и обрадованный, рассматривал большой пароходный рычаг.

— Каким образом его выковали? — спросил гость.

— Вашим собственным «Малюткой-молотом»,— услышал он в ответ.

Бурдон рассказал гостю о своем посещении завода в Патрикрофте, о том, что он зарисовал тогда чертеж и сразу же по приезде домой построил молот.

Несмит встревожился. Истекал положенный срок на получение патента, и он мог потерять право на него. Заняв в долг деньги, он в том же году взял патент. В июле 1842 года Несмит за несколько недель

построил в Патрикрофте свой паровой молот весом бойка в 30 центнеров. Стали строиться молоты и на других предприятиях.

Однажды лорды адмиралтейства совершали инспекторский осмотр доковых мастерских.

— Не хотите ли посмотреть работу нового парового молота? — спросил их адмирал, заведовавший мастерскими.

Лорды согласились. Несмит был как раз в мастерских и прежде всего показал свой фокус с яйцом. На наковальню поставили рюмку с яйцом и молот нанес мягкий удар: разбил яйцо, не повредив стекла. Затем Несмит приказал подать из горна при помощи кранов глыбу раскаленного железа и стал наносить такие страшные удары, что лорды в ужасе опрометью кинулись прочь, убегая от искр, посыпавшихся во все стороны.

Точность движений молота, легкость управления и страшная сила ударов приводила всех в изумление. 10-тонным молотом можно было так же легко действовать, как и молотом в несколько граммов.

В 1843 году Несмит применил свой молот для вколачивания свай; их стали вбивать за 4 минуты вместо 12 часов — в 180 раз быстрее прежнего.

О мощных паровых молотах, изобретенных Несмитом, пишет в «Капитале» К. Маркс: «...Один из таких паровых молотов... весит более 6 тонн и падает перпендикулярно с высоты 7 футов на наковальню весом в 36 тонн. Он легко превращает в порошок гранитную глыбу и не менее способен к тому, чтобы вбить гвоздь в мягкое дерево рядом легких ударов» [1]. В примечании К. Маркс сообщает о машине для ковки валов гребных колес пароходов в Лондоне. Она выковывает вал весом 16,5 тонны с такой же легкостью, как кузнец подкову [2].

Несмит был чистейшей воды предпринимателем-капиталистом. Он боролся со стачками жестокими методами, заявляя, что, несмотря на убытки и волнения, стачки приносят ему всегда много пользы, так как побуждают к новым изобретениям, избавляющим от необходимости нуждаться в лишних рабочих руках.

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 397.

[2] См. там же.

К. Маркс, говоря в «Капитале» о том, что многие изобретения того времени «были вызваны к жизни исключительно как боевые средства капитала против возмущений рабочих» [1], приводит слова Несмита. Те самые слова, где тот, рассказывая об усовершенствованиях в машинах, введенных им вследствие большой и продолжительной стачки машиностроительных рабочих 1851 года, признавал, что большинство его изобретений было вызвано стремлением разбить стачки рабочих: «Характерная черта наших современных механических усовершенствований — введение автоматических рабочих машин. Теперь машинному рабочему приходится не самому работать, а лишь наблюдать за прекрасной работой машины, что доступно всякому подростку. В настоящее время устранен весь класс рабочих, которые полагались исключительно на свое искусство. Раньше у меня на одного механика приходилось четыре подростка. Благодаря этим новым механическим усовершенствованиям я сократил число взрослых мужчин с 1500 до 750. Следствием было значительное увеличение моей прибыли» [2].

Такова сущность капиталистического способа применения машин. В условиях капитализма машина, казалось бы, по самой своей сути предназначенная для наилучшего использования сил природы в интересах человека, стала орудием жесточайшей эксплуатации рабочего класса, средством производства прибавочной стоимости для капиталиста. В то же время, противостоя рабочему как сила капитала, то есть как враждебная сила, машина сыграла исторически прогрессивную роль — она привела к резкому росту производительности труда, к ускорению темпов развития общественного производства. Без нее не было бы крупной индустрии и не произошло бы обобществления в громадных масштабах человеческого труда. Только при социализме в полной мере раскрылась социальная функция машины как средства облегчения и роста производительности труда в интересах человека и всего общества.

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23. стр. 446.
[2] Там же.

Применение парового молота оказало революционизирующее влияние в металлообрабатывающей промышленности, особенно в изготовлении крупных деталей для машин и сооружений.

Журнал «Инженер» писал: «Нисколько не преувеличивая, можно утверждать, что если бы не был изобретен Несмитом паровой молот, было бы немыслимо выполнение многих гигантских инженерных работ нашего времени».

Легко управляемые и мощные паровые молоты нашли широкое применение, и размеры их росли до создания бойков весом в десятки тонн. В России в 1875 году был создан невиданный по мощности паровой молот по проекту талантливого инженера Николая Воронцова на Мотовилихинском медеплавильном заводе близ Перми. Вот некоторые его конструктивные данные: чугунный шабот-стул (основание молота) имел вес не менее 630 тонн. Для его отливки потребовался огромный котлован на берегу Камы — 40 метров глубиной. Отливка велась непрерывно в течение пяти суток из 20 вагранок, построенных вокруг литейной ямы. Охлаждали отливки на открытом воздухе три месяца.

Литейщикам известно, что нижняя часть отливки всегда прочнее. Поэтому предстояло шабот-стул вынуть из ямы и перевернуть. Подъемных кранов не было. Отливку подняли при помощи рычагов и блоков. В яме устроили 18 рядов настила из бревен, затем перевернули отливку и поставили на место. Состоялось торжественное опробование мощного молота в присутствии гостей с русских и зарубежных заводов. Уральский царь-молот, снабженный верхним и нижним паром, отковал первую стальную болванку весом 1000 пудов. Сила удара парового гиганта достигала 160 тонн — в пять раз больше, чем у самых мощных молотов того времени за рубежом. Механизм был отрегулирован с максимальной точностью. Однажды на спор машинист разбил этим молотом стекло карманных часов, не повредив стрелок и механизма. Часы продолжали идти.

Несмит в 1856 году удалился на покой и совершенно отказался от всякого участия в заводских де-

лах. Поселившись в Кенте, в сельской тиши, занялся живописью и астрономическими наблюдениями. Ему предстояло прожить еще 36 лет.

ПЯТОВ

В процессах обработки металлов давлением нельзя было обойтись только одними молотами, даже самыми мощными. Постоянно велись поиски новых способов, прежде всего в области прокатки.

Появление прокатных станов относится еще к средним векам. Сперва прокатывали цветные металлы, как более пластичные. Сохранился рисунок стана для прокатки олова Леонардо да Винчи (1495). Привод первых прокатных станов был ручной, и лишь в конце XIV века применили водяной привод. После этого стала возможна прокатка такого труднодеформируемого металла, как железо. Впервые его начали обрабатывать на «резных» прокатных станах (с середины XVI в.), где его обжимали и разделяли на полосы нужной ширины. Стан представлял собой соединение нескольких дисковых ножниц. В начале XVIII века на станах уже прокатывали кровельное железо. На более мощных станах появился реверсивный привод с зубчатыми колесами и переключающей муфтой. Для регулирования зазора между валками применяли нажимные винты и нагруженный рычаг.

Крупным вкладом в технику явилось введение горячего проката железа и стали. Прокатные паросиловые установки начали внедряться после 1792 года, когда был разработан первый реверсивный паровой двигатель для привода прокатного стана мощностью 10—20 лошадиных сил.

До 1830 года прокат выдавал простейшие профили — полосы, стержни, прутки и прежде всего листы, в которых нуждались строители паровых котлов. Развитие промышленности потребовало новых профилей, особенно с появлением железных дорог. В 1828 году англичанин Беркиншау сконструировал прокатный стан для изготовления рельсов. Первые рельсы были длиной 4,5 метра, потом увеличились до 7,25 метра — это определялось величиной крицы пудлинго-

вого железа. В 30-х годах начали получать железные балки различных профилей, прутковое, полосовое железо и сталь. Металл стал строительным материалом.

В период Крымской кампании с развитием артиллерии, особенно с появлением стальных орудий, деревянные суда оказались беззащитными перед новым оружием. Появилась необходимость одеть флот в броню. Самый мощный в то время флот, английский, одевался в броню из плит, выкованных кузнечным способом,— это был очень дорогой и несовершенный способ. Решительные изменения в производство толстых стальных броневых плит внес русский изобретатель-металлург В. С. Пятов (1824—1892).

Василий Степанович Пятов родился в Златоусте. Мальчонкой работал помощником углежога, подсобным рабочим в шахте, таскал тяжелые корзины с углем к колошнику доменной печи. В общем, испытал на себе еще в детстве все «прелести» ручного труда на заводе того времени. Может, это как-то сказалось на возникшей у него позже неодолимой тяге к механизации нелегкого заводского труда.

Тяжкий труд и нужда не убили в мальчике любознательности. Одиннадцатилетним пареньком поехал он в Петербург, чтобы там получить знания. Но, конечно, не смог попасть ни в одно учебное заведение. Пришлось поступить в услужение к часовому мастеру. Василий скоро освоил ремонт часов и даже сам конструировал их. Одни часы Пятова оригинальной конструкции позднее были приобретены для Эрмитажа.

О способном юноше узнал профессор Б. С. Якоби, известный создатель электродвигателя и электротелеграфа, и он взял его на должность «первого рабочего при опытах». На всю жизнь остался благодарен Пятов своему учителю. «Это время было для меня тем истинным академическим озарением, которое создает небеспоследственного человека»,— говорил он позднее.

Более 20 лет посвятил Пятов учебе в Петербурге и чувствовал себя подготовленным для решения технических задач. В 1855 году он нанялся на службу к надворной советнице Пономаревой. Она направила его техническим руководителем на Холуницкий завод, расположенный в глуши Вятской губернии. Ва-

силий Степанович просил только одного — полную свободу действий в области усовершенствования заводского производства. Заинтересованная в улучшении работы заводов, владетельница согласилась.

Уже в первую неделю после приезда Пятов приступил к реконструкции главного Холуницкого завода — устроил слесарную мастерскую, начал строительство двухэтажного «механического заведения». Научил холуницких рабочих варить сталь, открыл литейное производство.

Пятова назначили управляющим завода. Весной 1856 года по проекту нового управителя построили газосварочную печь «преимущественно для тяжелого кубового железа» — котельного железа 1—1,5 дюйма толщиной. После пуска печи «железо вышло против обыкновенного мягче, что дознано практически при прокате оного».

Управитель много времени уделяет устройству различных прокатных станов. Он сам рассчитал и сделал сложную калибровку валов для стана, прокатывающего круглое, квадратное и брусковое железо и проволоку.

Новатора не оставляет мысль о создании мощных прокатных станов. Он занимается изучением выделки корабельного железа, используемого для обшивки бортов.

До 60-х годов XIX века тяжеловесные броневые плиты на всех заводах Англии, Франции, России производились только сваркой под ударами молота. При этом толстый броневой лист сваривался из 32 отдельных тонких листов железа обычного (неброневого) качества. Имелось пять последовательных операций: 1-я — сваривались 2 листа в один пакет, 2-я — 2 пакета вместе и т. д. Для этого требовалось до 10 нагревов.

Василий Степанович подсчитал, что каждый отдельный лист, входящий в состав броневой плиты, подвергается 30 нагревам. Общее же число нагревов всех листов и пакетов доходило до 122. При нагреве терялось большое количество металла с окалиной, расходовалось много материалов и топлива. Одну плиту делали две недели. От многократных нагревов металл терял пластичность, становился хрупким —

его легко пробивали ядра. Многие плиты шли в брак.

Постепенно изобретатель подошел к идее «листокатальной машины» большой производительности для получения тяжеловесных броневых плит.

В 1856 году новый стан был построен. Впервые в мире использовался новый, более совершенный способ производства брони толщиной 4,5 дюйма (114 миллиметров). Конструкция стана существенно отличалась от прежних. В нем применялись тяжеловесные верхние валки, нижние и верхние валки были приводными. Верхний валок имел подъемное приспособление, чего не было раньше.

Изобретатель разработал и свою технологию прокатки броневых плит; осталось три операции вместо пяти, количество нагревов намного сократилось. Подогрев листов во время сварки ускорил принудительной подачей горячего воздуха для горения от вентилятора, приводимого в действие водяным колесом. При сварке в толстый броневой лист тонкие листы железа получали всего 3—4 нагрева. Угар металла значительно сократился. Время работы уменьшилось до трех дней вместо двух недель. В десять раз сократился расход топлива. Качество плит оказалось несравненно выше. И главное преимущество нового способа — возможность изготовления плит таких больших размеров, какие нельзя было получать при старом способе.

Желая передать свое изобретение родине, Василий Степанович 31 марта 1859 года поехал в Петербург. Тут-то и начались мытарства изобретателя.

В июне изобретатель составил подробное описание своего способа производства корабельных броневых плит и направил его в морское министерство с просьбой предоставить ему возможность провести необходимые опыты, а потом и организовать массовое производство плит на казенных заводах. В июле Василий Степанович обратился по поводу своего проекта к генерал-адмиралу князю Константину Романову. Князь принял просителя и сказал ему:

— Скоро я отправлюсь за границу и постараюсь на заводе, где заказана броня для русского флота,

проверить выводы, на которые ты указываешь в своей записке.

Действительно, князь имел встречу с английским заводчиком Брауном. Тот постарался запугать недальновидного представителя царской фамилии и дал отрицательный отзыв об изобретении. Понятны побуждения этого «консультанта», получавшего русские заказы на броню.

Между тем Пятов был допущен к осмотру Ижорских заводов морского ведомства. В августе он представил проект оборудования цеха специальными мощными прокатными станами. В прошении имелись следующие примечательные слова: «Понимая громадное значение своего изобретения для целого света и убежденный собственным опытом в его возможности, но желая принести особую пользу своему отечеству... прошу допустить меня выполнить свой проект на счет правительства на одном из казенных заводов; помимо технических преимуществ... представились бы миллионные сбережения для нашего государства. Миллионы звонкой монеты могли бы остаться в нашем отечестве».

Пятов прекрасно понимал оборонное значение своего изобретения. В записке, поданой на имя великого князя Константина, он писал: «Если таковой способ, сделавшись уже известным за границею, войдет в употребление прежде нашего, то тамошние флоты будуть иметь это железо с большей выгодностью, дешевым, ранее нас и более усилятся, а наш флот будет или покупать это железо за границей и платить огромные суммы, или же оставаться без средств к равенству к морской силе с иностранными флотами».

Изобретатель, можно сказать, как в воду глядел. Обнадеженный «его высочеством», он верил, что Морской ученый комитет, куда было передано прошение, поддержит его. Но именно здесь все надежды Пятова и оказались погребенными.

Комитет рассматривал новаторское предложение на двух заседаниях. Изобретателя ни о чем не спрашивали и не давали ему говорить. Более двух часов стоял он перед чиновниками, как подсудимый. Члены комитета казались ему обвинителями.

— Чем же вы докажете удобоисполнимость своего изобретения? — спросили наконец его.

— Мы отправимся на завод,— предложил изобретатель,— где мною этот проект осуществлен уже три года и где приготовляются изобретенным мною способом тяжеловесные листы без парового молота.

На это члены комитета ничего не могли возразить и обратили все сказанное в шутку.

Изобретателю сообщили решение Морского комитета: предложение производить плиты «без посредства парового молота, который, как известно, при означенном производстве принят везде за границей», считать новизной, «не доказанной опытами». Рекомендовали в дальнейшем «за границей узнать предварительно мнение разных заводчиков».

Были посланы запросы в Англию, Бельгию, Францию, Швецию. В начале 1860 года получили ответы, в которых отмечалось, что этот способ является новым, трудно осуществимым, дорогим и даже... опасным. Комитет не усомнился в авторитете иностранцев и вынес резолюцию: «Оставить дело без последствий».

А через год в Англии появился свой «изобретатель» проката брони. Фамилия его была... Браун. Тот самый, с которым князь Константин консультировался по поводу изобретения Пятова. Английский заводчик в 1862 году взял привилегию на «свое» изобретение. Морское ведомство и Горный департамент после сообщения об «английском» способе производства корабельной брони командировало в Англию группу инженеров для... ознакомления «с новым изобретением». Позже пришлось платить большие деньги за право пользования им. Морское ведомство, закупая броню за границей, главным образом у фирмы Браун и К^0, затрачивало огромные суммы: только в 1863 году было израсходовано на эти закупки до трех миллионов рублей.

То и получилось, о чем предостерегал Василий Степанович. В одном из своих прошений он с горечью писал: «Способ мой для выработки тяжеловесных листов не был известен за границей. Ученый же комитет, не уважая прав изобретателя, без моего согласия, сообщил мой проект западноевропейским капита-

листам и дал возможность воспользоваться моим изобретением западноевропейским заводчикам».

Доверчивый проситель и не догадывался, что сам князь Константин все и передал англичанам.

Потеря приоритета, упущенная возможность в использовании русского изобретения на родине возмущали многих современников. Сенатор Камовский писал в 1862 году:

«Теперь напечатано, и даже в «Морском сборнике», известие, что в Бирмингаме некто Браун открыл завод, выделывающий железо посредством вновь изобретенного способа прокатывания. Каково же русскому уму было услышать такое похитительское открытие, которое, пожалуй, еще и высосет наши отсюда денежки, поставляя нам то, что мы можем дешевле и собственным открытием добытое получать от своих и у себя! Г-н Пятов в отчаянии, что русский ум поставлен на запятки английскому».

Спустя три года после подачи предложения Пятовым, в конце 1862 года, морское ведомство приняло решение о постройке бронепрокатного цеха на Ижорском заводе. Проект заимствовали у английской фирмы под названием «способ Брауна». Цех пустили в 1866 году.

Трагичной была судьба Пятова в последние годы жизни.

По заявке от июня 1859 года ему была выдана 3 ноября 1860 года пятилетняя привилегия на способ изготовления тяжеловесного железа прокаткой с описанием прокатной машины его конструкции. Чертеж прокатного стана и газосварочных печей был опубликован в журнале «Промышленность» № 1 за 1861 год одновременно с описанием привилегии.

Сначала Пятову не отказывали, оттягивали решение вопроса о строительстве цеха за отсутствием средств. А за его спиной вели переговоры с заграницей о строительстве ижорского стана, запрашивали там чертежи. Не осведомленный о фактическом положении дел и обнадеженный великим князем, изобретатель деятельно готовился к постройке цеха. Прекратив работу по управлению Холуницкими заводами он арендовал специально для этой цели небольшой завод в Костромской губернии и начал приобретать

необходимые машины и оборудование. На содержание бездействовавшего почти четыре года завода Пятов израсходовал все свои средства. Только в 1862 году он узнал правду о судьбе своего изобретения. Отказ ученого комитета означал для него потерю всего состояния, крушение всех надежд. Он покинул столицу.

Оставшись без всяких средств и к тому же не оправившись от болезни, Василий Степанович в поисках средств для пропитания семейства служил на разных заводах и золотых приисках. Все остатки от его состояния шли на уплату долгов кредиторам.

Броневая прокатка, основанная на идеях металлурга-изобретателя, продолжала свое развитие. Американец Гарвей в 1888 году взял патент на цементацию лицевой стороны стальных плит (это же предлагал 20 лет назад Пятов). Получалась хорошая закалка брони, снаряд об нее разбивался. Освоение в 1893—1894 годах способа изготовления цементованной и закаленной с наружной стороны стальной брони позволило резко снизить ее толщину.

Но в 1894 году адмирал С. О. Макаров предложил бронебойный наконечник, значительно увеличивающий пробойную силу снаряда. Снова началось увеличение толщины брони.

Дальнейший прогресс в производстве брони, позволивший вновь повысить прочность и снизить толщину плиты, наступил в результате использования легированных сталей. Применение стали, легированной никелем до 7%, значительно упростило технологию изготовления брони. В 1894 году освоили способ получения цементированной односторонне закаленной брони из хромоникельмолибденовой стали.

Изобретение русского металлурга В. С. Пятова устранило главную трудность в создании и развитии броненосного флота. Однако значение его вклада в прогресс техники значительно больше. Листовой стан Пятова явился предшественником гигантских блюмингов и слябингов, занимающих важнейшее место в современном металлургическом производстве.

БЕССЕМЕР

Вплоть до второй половины XIX века в производстве железа продолжал господствовать пудлинговый процесс. Однако сварочный металл уже не удовлетворял возросшим требованиям к его качеству, предъявляемым развивающейся техникой. Способ пудлингования был мало производителен.

Решение вопроса нашлось в создании новых процессов массового и дешевого получения литого металла. В 1856—1860 годах английский изобретатель Г. Бессемер ввел свой способ передела чугуна на железо и сталь. В 1864 году французский инженер П. Мартен получил литую сталь в отражательной печи с регенеративной установкой братьев Сименс. Спустя несколько лет англичанин С. Томас создал основную футеровку — огнеупорную кладку печи из материалов, содержащих основные окислы (магнезит, известь), что позволило решить серьезную проблему получения металла с низким содержанием серы и фосфора.

Изобретения Бессемера, Мартена и Томаса в области массового производства литой стали явились содержанием технической революции в черной металлургии, оказавшей огромное влияние на развитие всей техники последующих десятилетий. «Эти три процесса, вместе взятые,— отмечает Д. Бернал,— открыли век стали благодаря быстрому завершению вытеснения сначала дерева как строительного материала в машиностроении, а затем чугуна как материала для рельс, судов и пушек. Дешевая сталь стала той базой, на которой должен был быть построен империализм конца XIX в. с его упором на заморскую торговлю, эксплуатацию тропических колоний посредством развития строительства железных дорог и портов и все более дорогостоящими приготовлениями к ведению морских и сухопутных войн».

Генри Бессемер (1813—1898) родился в семье гравера. Получив образование в начальной школе, он практически изучал технические ремесла — токарное, слесарное под руководством отца. В домашней мастерской Генри познакомился со свойствами расплавленного типографского металла и приемами его

отливки. Одним из первых изобретений Генри была словолитная машина (1838).

Разносторонность таланта Бессемера позволяла ему работать в самых различных областях техники. У него не было постоянного интереса к какой-нибудь одной отрасли техники. Он не был ни металлургом, ни химиком и работал главным образом в области механики. Бессемер прочно усвоил основную идею промышленной революции — замена ручного труда машинным даст хорошую прибыль. Огромный конструкторский талант, необычайная работоспособность позволили ему взять более сотни патентов на различные изобретения и усовершенствования, 15 из них относились к производству стали. Наиболее замечательное его изобретение было сделано в области металлургии — оно ему принесло славу. А начиналось все так.

В 1854 году, в период Крымской кампании, Бессемер изобрел цилиндрический снаряд для стрельбы из гладкоствольных орудий. На родине изобретение не нашло признания, и он обратился к французскому правительству. 22 декабря 1854 года на Венсенском полигоне во Франции происходила проба нового снаряда. Председатель комиссии капитан Минье, изобретатель первого нарезного ружья, после успешных испытаний сказал, что теперь осталось изобрести пушку для стрельбы такими тяжелыми снарядами. В своей «Автобиографии» Бессемер сообщил: «Это простое замечание было искрой, которая породила одну из крупнейших революций XIX века. Оно сразу направило мое внимание на действительную трудность положения».

Бессемер занялся поисками материала, способного выдержать большие напряжения. Материалом для пушек в то время служили чугун и бронза. Изобретатель решил получить чугун более высокого качества. «Я не имел тогда ни малейшего представления, как приступить к этой новой и важной проблеме,— рассказывал он,— но уже самый факт, что тут надо было что-то открыть, сделать что-то важное, уже этого одного было достаточно, чтобы подстрекнуть меня. Передо мною был открытый путь — достичь имени и богатства, а риск заключался только в затраченном вре-

мени и труде, если бы моя попытка окончилась неудачей».

С металлургией Бессемер, по собственному признанию, был знаком весьма поверхностно и поэтому не вполне представлял себе возможные трудности. Позже, в годы общепризнанного успеха, он даже любил выставлять на вид свой дилетантизм, считая это определенным преимуществом. На первых порах, может быть, и действительно ему помогла свобода от устаревших представлений и придала ему смелость в опытах, на которые решился бы не каждый металлург.

Однако начал Бессемер свои опыты все-таки традиционным путем, с использования существующих процессов — пытался получить металл улучшенного качества в пудлинговой печи. Но это ему ничего не дало. Почти весь 1855 год продолжались поиски. Решительный поворот его мыслей в нужном для будущего изобретения направлении произошел благодаря случаю. Обладая острой наблюдательностью, Бессемер однажды заметил, что под действием струи воздуха, вдуваемого через порог печи, несколько кусков чугуна превратились в обезуглероженное железо. Для проверки этого наблюдения изобретатель расплавил чугун в тигле и затем с помощью трубки продувал через него подогретый воздух (боялся застудить металл). В тигле получился обезуглероженный металл. Но температура при продувке не всегда повышалась: опасаясь всплесков металла, Бессемер снижал силу дутья — и металл остывал. Создавался порочный круг.

Заявкой на патент от 12 февраля 1856 года (выдан 8 августа 1856 года) отмечен крупный успех: «Я открыл,— писал автор,— что если атмосферный воздух или кислород вводится в металл в достаточном количестве, то он вызывает сильное сгорание частиц жидкого металла и поддерживает или повышает температуру до такой степени, что металл остается в жидком состоянии во время перехода его из состояния чугуна до состояния стали или ковкого железа без применения топлива».

Таким образом, за полгода, весьма короткий срок, были установлены два основных принципа нового

процесса: обезуглероживание чугуна струей воздуха и ведение процесса без применения топлива. Эти начальные результаты необходимо было проверить в производственных условиях. Однако первая же попытка перейти к опытам в больших масштабах кончились пожаром мастерской. Изобретатель еще неясно представлял себе бурные реакции, происходившие в металле при продувке.

Во избежание подобных случаев в дальнейшем Бессемер построил в своей мастерской в одном из предместьев Лондона особую оригинальную печь, названную им конвертором (от латинского «конвертере» — превращать). Этот первый конвертор был сделан в виде неподвижного цилиндрического железного сосуда, выложенного внутри огнеупорным кирпичом. Жидкий чугун заливался через боковое отверстие, расположенное на середине высоты цилиндра. Воздух вдувался через сопла, устроенные у дна конвертора. В мае 1856 года Бессемер запатентовал конвертор со сложным перекрытием для улавливания выброшенного шлака и металла. Газы удалялись через отверстие в своде перекрытия. В этом конверторе Бессемер с успехом провел первую плавку, не вызвав опасности пожара.

Вспоминая первый слиток литого железа, полученный в своей мастерской, Бессемер писал: «Что все это значило, какой полной революцией во всех областях металлургического производства во всем мире это угрожало, все это я вполне понимал, когда недвижимо глядел на этот раскаленный слиток».

Для испытания первой болванки по ней трижды нанесли удар топором по ребру. Металл был мягким и вязким — таким простым способом определили, что это было ковкое железо, а не чугун.

Хотя до окончательной разработки нового способа было далеко, 1856 год считают датой изобретения бессемеровского процесса. Изобретатель был настолько окрылен первыми успехами, что, не ожидая завершения работы над процессом, уже летом того же года продал лицензию на производство железа новым способом фирме Галловей в Манчестере.

13 августа в Челтнаме Бессемер выступил с докладом о новом способе производства литой стали «без

применения топлива». На заседании присутствовали многие английские заводчики и фабриканты.

Рассказывают, утром в день заседания Бессемер сидел в холле гостиницы с одним из своих знакомых. Вошел кто-то из местных заводчиков и обратился к собеседнику Бессемера:

— Вы должны пойти со мной на заседание, мы хорошо позабавимся. Из Лондона приехал какой-то мошенник, который хочет говорить о получении железа без огня!

Эпизод хорошо показывает настроение слушателей перед докладом Бессемера. Ему потребовалось немало усилий, чтобы убедить заводчиков в серьезности своего изобретения. Для этого он показал им и образцы полученной стали.

Не имея четкого представления о возможности промышленного применения процесса, изобретатель охарактеризовал его как универсальный способ. На другой день основные положения доклада были изложены в крупной английской газете «Таймс». Кстати, перевод его под названием «О новом способе обращения чугуна в железо и сталь» немедленно появился в русском «Горном журнале» № 8—9 за 1856 год.

Докладчик впервые подробно изложил свои представления о новом процессе. Он неверно представлял химизм процесса. Но тогда его некому было поправить. Большой ошибкой изобретателя было утверждение, что температура металла повышается за счет сгорания углерода. Фактически же повышение температуры при продувке чугуна воздухом в конверторе происходит главным образом за счет горения кремния, а не углерода. А по мнению Бессемера, кремний и другие «землистые основания» выделяются лишь в конце процесса. Далее он заявил: «Сера соединяется с кислородом и образует сернистый газ. По истечении 15—20 минут та часть углерода, которая механически примешана к чугуну, оказывается совершенно исчезнувшей». Бессемер обещал своим процессом получать железо по чистоте, равное выделываемому на древесном угле, что тоже не подтвердилось практикой. Однако изобретатель угадал основное: он оценил важность перемешивания металла воздухом, и это

явилось основной причиной его дальнейшего успеха. Он понял, что должен распылять воздух в жидком металле в виде мелких пузырьков, создавая большую площадь соприкосновения между воздухом и металлом.

Не зная об ошибочном понимании теории процесса, некоторые заводчики сразу увлеклись идеей нового способа. Бессемер стал продавать лицензии — право на производство по данному патенту, на условии — 10 шиллингов с каждой тонны полученной стали.

В Англии, Швеции, Франции, Германии, России появились аппараты Бессемера, которые он запатентовал в мае 1856 года. Фабрикант Д. Браун установил два конвертора садкой по 2,5—3 тонны. На его заводе впервые была применена разливка стали в изложницы, стоявшие на вагонетках. В том же году производились опыты бессемерования в России — на Кушвинском, Нижнеисетском и Сысертском заводах. Даже шеффилдские фабриканты тигельной стали, твердо уверенные в незыблемости своего способа, 12 сентября пригласили Бессемера на собрание сталелитейщиков, где обсуждали его новый способ получения стали.

Но этот шумный успех скоро сменился разочарованием. Не продуманный до конца, не доведенный до полной разработки, процесс Бессемера обнаружил свои недостатки: малая стойкость огнеупорной кладки, огромные потери металла, а главное, низкое его качество, вызванное красноломкостью, то есть пониженной прочностью при температуре красного каления.

На затруднениях, связанных с внедрением процесса в практику, и сказалась неосведомленность Бессемера в металлургической теории. Потребовалась все-таки помощь металлургов-профессионалов в завершающей стадии работы над изобретением. Теория металлургии в то время достигла уже значительного развития и без ее помощи нельзя было создавать новые сложные процессы.

Из-за незнания химической природы процессов Бессемеру долго было неясно значение чистоты используемых чугунов по содержанию фосфора и серы

и необходимость удаления кислорода из металла после продувки во избежание красноломкости.

На последнее обстоятельство Бессемеру указал английский металлург Роберт Мюшет и предложил ему использовать свое изобретение. В патенте от 22 сентября 1856 года Р. Мюшет рекомендовал для улучшения качества литой стали прибавлять в продутый металл порцию зеркального чугуна, то есть использовать операцию раскисления. Шведский металлург Ж. Ф. Геренсон указал на тот факт, что бессемеровским процессом можно успешно перерабатывать на сталь лишь малофосфористый чугун. Благодаря Геренсону Бессемер понял, что использование высокофосфористого чугуна и служило причиной многих неудачных плавок. Наконец-то изобретатель уяснил себе, что чугун для этого процесса должен выплавляться из чистых по фосфору руд, так как в конверторе с кислой футеровкой нельзя удалить фосфор и серу.

Летом 1858 года в Шеффилде начал работу завод компании «Генри Бессемер и К° Лимитед». На заводе построили с дюжину печей, поставили молоты, установили конвертор и механические приспособления к нему. Завод был построен для рекламы и убеждения маловеров, так как после первого бурного увлечения и последовавших затем неудач заводчики недоверчиво относились к новому процессу. На заводе проводился показ процесса и обучение ведению его для купивших лицензию.

Продолжая работу над агрегатом, Бессемер создал несколько конструкций вращающихся конверторов. В основных частях конвертор сохранил свое устройство до наших дней. Первый вращающийся аппарат приводился в движение от руки, через два года было придумано гидравлическое поворотное устройство, на которое Бессемер взял патент 1 марта 1860 года. Этот год можно считать датой завершения работы над изобретением, хотя и позже Бессмер продолжал частично совершенствовать агрегат.

Всемирная выставка 1862 года в Лондоне принесла Бессемеру полный успех — признание процесса и широкую известность. На выставке большой стенд был занят разнообразной продукцией из бессемеров-

ского металла — валы, проволока, холодное оружие, инструменты, бритва и даже пушка.

После лондонской выставки началось широкое распространение нового процесса. Хотя бессемеровский металл и не нашел применения в изготовлении пушек, но зато он открыл другую, более обширную область применения — железнодорожное строительство. Правда, на первое предложение изобретателя изготовлять рельсы из стали взамен сварочного железа главный инженер Лондонской северо-западной железной дороги Рамсботтом с досадой ответил:

— Мистер Бессемер, вы, должно быть, хотите, чтобы меня отдали под суд за смертоубийство.

Бессемер все-таки убедил Рамсботтома взять на испытание десяток тонн рельсов из конверторной стали. Удачный результат их службы на двух английских железных дорогах воскресил интерес к бессемеровскому металлу и с 1863 года его начали широко применять главным образом для производства рельсов. Но конкуренция между сталью и железом продолжалась долго — лишь в 1882 году был прокатан последний рельс из сварочного железа.

Через пять лет после Лондонской выставки, где был достигнут теоретический успех, на Парижской выставке 1867 года был виден практический успех нового процесса. Русский корреспондент И. Мещерин в своем отчете «О процессе бессемерования на Парижской всемирной выставке 1867 года» писал: «...Нет почти ни одной страны в свете, хотя бы с весьма незначительным горнозаводским промыслом, где бы бессемеровский способ не получил большего или меньшего развития. Принимая во внимание еще относительную новизну его, нельзя не согласиться, что участь этого изобретения почти беспримерна по блестящим результатам как для промышленности, получающей в свое обращение до 20 000 000 пудов в год ценного металла, так и для изобретателя, собирающего ныне ежегодно до 2 000 000 рублей за свою привилегию».

Прошло десять лет после возникновения идеи нового способа получения металла. Бессемер достиг «имени и богатства», о чем он так мечтал. За 8 лет, с 1862 по 1870 год, когда истек срок патента, он по-

лучил около 1 миллиона фунтов стерлингов. К этому времени изобретатель уже утратил интерес к металлургии. В 1869 году он взял последние 7 патентов на мелкие усовершенствования своего процесса.

Литой металл все шире входил в промышленность. В 1866 году в Европе было произведено около 12,5 миллиона пудов бессемеровской стали. В 1887 году впервые сварочного железа было выработано меньше, чем литого металла,— 8 миллионов тонн и 9,835 миллиона тонн соответственно.

Около 30 лет понадобилось для победы литого металла над сварочным железом. Главную роль в этой борьбе сыграл бессемеровский металл. Процесс получил широкое распространение в различных странах, прежде всего там, где имелись чистые по фосфору руды,— в Англии, США, Швеции. Англия имела 17 больших бессемеровских цехов, производивших в 1866 году свыше 6 миллионов пудов металла. За 14 лет (1875—1889) производство бессемеровской стали в Англии выросло почти в 2,5 раза: с 725 до 1840 тысяч тонн, что составило 65% от общей выплавки стали в стране.

Освоением бессемеровского процесса активно занимались и русские металлурги. Уже в 1856 году проводились первые опыты на ряде заводов. Несколько позже конверторы появились на Всеволодовильневском заводе, с 1859 — на Златоустовском, с 1863 — на Воткинском, Нижнетагильском и Верхнетуринском заводах. На Парижской выставке 1867 года уже были экспонированы продукты бессемерования тагильских заводов с Урала.

Известный металлург Н. А. Иосса, руководивший опытами бессемерования на Воткинском заводе в 1866—1867 годах, заметил, что красноломкостью обладал металл, полученный и из чистого по сере чугуна. Он высказал предположение, что красноломкость металла происходит от окиси железа, растворенной в металле.

Использование древесноугольных, малокремнистых (химически холодных) чугунов мешало распространению бессемеровского процесса. В 1872 году на Обуховском заводе (Д. К. Чернов) и с 1875 года — на Нижнесалдинском заводе (К. П. Поленов и

В. Е. Грум-Гржимайло) был создан русский вариант бессемерования: в конвертор заливали предварительно нагретый чугун (физически горячий), это давало возможность получить жидкий металл при температуре 1500° С и вести процесс. В России в 1891 году было 12 конверторов, в 1901 году — уже 33.

Двадцатилетие (1887—1907) бессемеровский процесс занимал господствующее положение в мировой сталеплавильной промышленности затем уступил первенство мартеновскому процессу.

МАРТЕН

В период развития крупного машинного производства потребность в новых способах получения стали была настолько велика, что поиски велись одновременно в нескольких направлениях. Только что входивший в заводскую практику бессемеровский процесс нуждался еще в усовершенствовании и к тому же имел большие ограничения по химическому составу чугунов. Настойчивые поиски привели к появлению другого способа получения литой стали — на поду пламенной регенеративной печи.

Идея получать литую сталь на поду впервые была высказана еще в 1722 году Реомюром — он писал о возможности превращения мягкого железа в сталь путем погружения его в жидкий чугун. Но по-настоящему этой идеей заинтересовались лишь в первой половине XIX века, когда назревшие экономические условия настойчиво толкали на поиски способов массового получения стали.

Практический успех в создании нового процесса был достигнут французским металлургом Пьером Мартеном (1824—1915). Ему помогал отец — Эмиль Мартен (1794—1871), который основал собственное дело, приобретя в 1822 году железоделательный завод в Фуршамбо.

Пьер Мартен 19 лет поступил в Горную школу в Париже. Но уже через год отец отозвал сына в Фуршамбо и заставил работать на заводе. Девять лет спустя Эмиль Мартен основывает новый железоделательный завод в Сирейле и назначает сына дирек-

тором. В этой должности тот и пробыл 30 лет, с 1854 по 1883 год.

Многие годы Пьер Мартен вместе с отцом занимался решением вопроса получения литой стали путем сплавления лома и чугуна на поду пламенной печи. Мартены терпели неудачи, как и другие исследователи, из-за того, что не могли создать в пламенной печи температурный режим, необходимый для сталеплавильного процесса. Нужна была температура свыше 1600° С. Делу помогло использование принципа регенерации тепла, предложенного братьями Сименс.

2 декабря 1856 года немецкий инженер Фридрих Сименс (1826—1904) взял в Англии, где он жил с 1844 года, патент на устройство регенеративного угольного горна с применением принципа регенерации для воздуха. Продукты горения проходили по кирпичным каналам, следуя сверху вниз из печи в дымовую трубу. Когда кирпичная насадка регенератора получала определенное количество тепла, продукты горения направлялись в другой регенератор, а через раскаленные каналы насадки пропускали холодный воздух. При прохождении через каналы воздух нагревался и поступал в печь с большим запасом физического тепла. Это давало возможность получать в печи высокую температуру.

Ф. Сименс не смог использовать сразу свою идею регенерации в производстве стали, так как не нашел подходящих огнеупоров, и поэтому применил регенеративную печь в стекольной промышленности. Он продолжал работу над практическим внедрением принципа регенерации лишь в существующих процессах и печах — пудлинговых, рафинировочных и нагревательных. В этом ему помогал брат Вильгельм Сименс (1823—1883), который также был связан с железоделательной промышленностью.

Французский металлург Луи ле Шателье в 1857 году предложил использовать регенеративную пламенную печь для производства литой стали на поду. Под влиянием ле Шателье В. Сименс в Англии провел ряд опытных плавок стали на поду регенеративной печи. Опыты производились в малом масштабе и практического решения вопроса не дали.

Ле Шателье и В. Сименс заключили договор с французской фирмой «Буабю, Рамбур и К°». Фирма получила право производить литую сталь на поду регенеративной печи по способу, предложенному ле Шателье. 24 февраля 1863 года фирма взяла на процесс патент, текстом которого явилась консультация ле Шателье, данная фирме по договору. Ле Шателье предложил шесть вариантов производства литой стали на поду, два из них и были осуществлены позже: скрап-процесс и рудный процесс. Первый процесс был основан на переплавке скрапа — металлического лома или отходов производства; второй — на переработке жидкого чугуна с использованием руды в роли окислителя. Для внутренней футеровки стен и пода печи ле Шателье предложил использовать боксит, как материал достаточно огнеупорный. Он же указал на возможность применить для кладки печи динас — кирпич, изготовляемый из размельченного кварцита. В теоретических высказываниях ле Шателье во многом предугадывался будущий мартеновский процесс, но на практике ему не удалось добиться успеха.

На заводе фирмы в Монклюсон по чертежам В. Сименса построили сталеплавильную регенеративную печь и в августе провели 11 опытных плавок. Лишь в последней плавке были получены болванки, хотя и пузыристые, но поддающиеся ковке. Плохое качество огнеупоров вело к быстрому разрушению печи при высоких температурах. Когда обвалился свод печи, фирма отказалась от дальнейших опытов, найдя более выгодным ввести у себя бессемеровский процесс.

Еще во время заключения договора с фирмой в Париже В. Сименс начал переговоры с Э. Мартеном о предоставлении ему права постройки на заводе в Сирейле регенеративных печей — пудлинговых, нагревательных и для производства литой стали на поду. Получив чертежи регенеративной печи от В. Сименса и редкий в то время английский динасовый кирпич, П. Мартен построил в Сирейле печь, в которой получил 8 апреля 1864 года годную литую сталь. На это производство Мартен взял патент от 10 апреля во Франции и от 15 августа в Англии. В патенте П. Мар-

тен указал три способа получения стали — два на поду и один в вагранке.

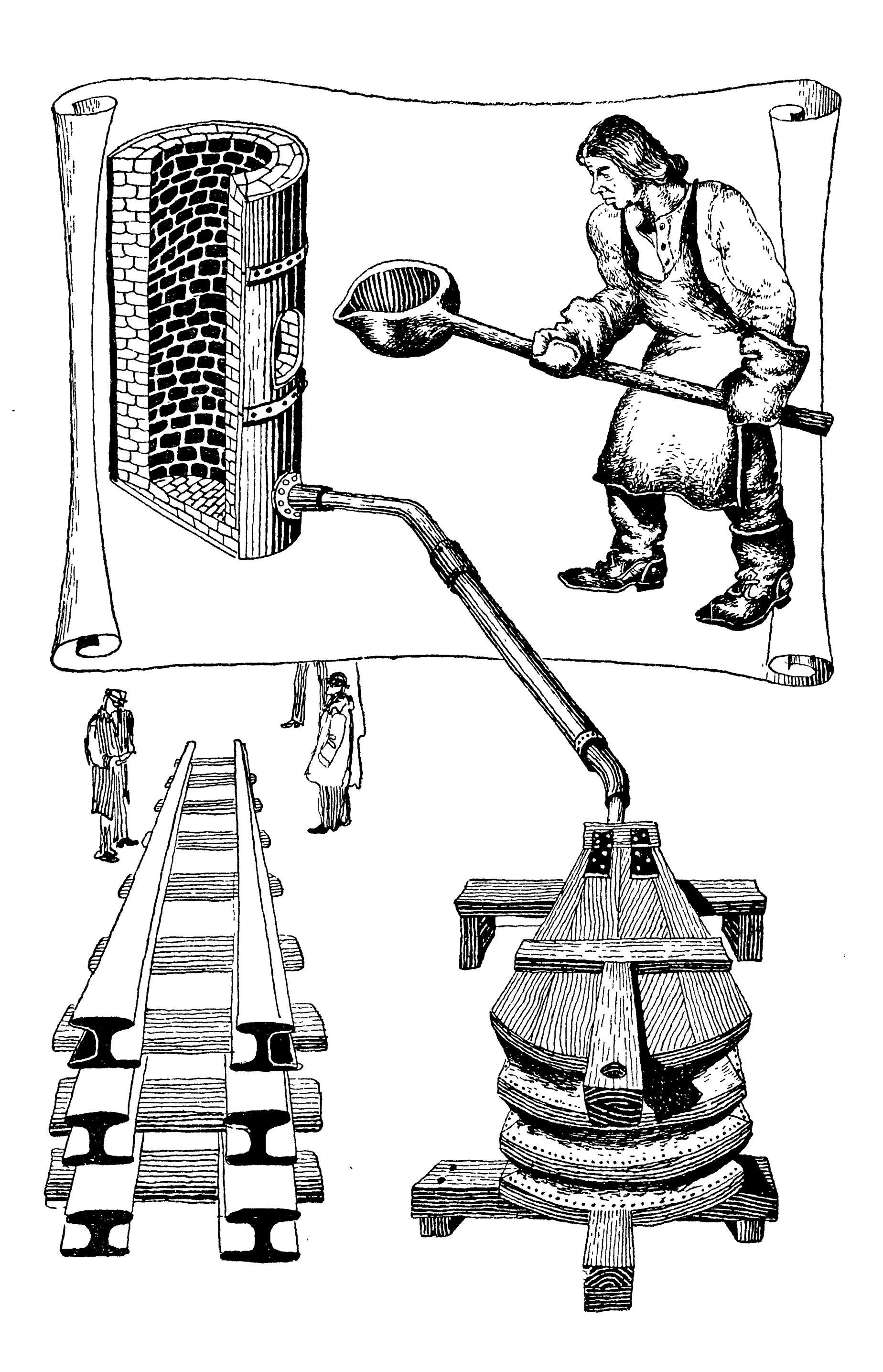
П. Мартен более основательно разработал первый из предложенных способов. В патенте от 28 июля 1865 года он описывался так: в ванну расплавленного на поду регенеративной печи чугуна загружаются холодные или нагретые куски железа — лом, обрезки, стружка и при длительном нагреве ванны до высокой температуры получается сталь.

Патент от 23 марта 1866 года излагал тот же способ применительно к переработке отходов бессемеровского производства в виде скрапа. Этим он помог в дальнейшем решить очень острую для того времени проблему, о которой с тревогой и надеждой писали в технической периодике: «Что делать со старыми бессемеровскими стальными рельсами? Если железные можно было перекатать, то эти нельзя! В одной Англии их в 1867 году положено 30 млн. пуд. Скоро наступит время для перемены их вследствие изнашивания. На помощь является знаменитое изобретение Мартена — его сталеплавильная печь».

Возможность переработки скопившегося к тому времени бессемеровского скрапа и другого лома во многом способствовала распространению мартеновского процесса.

Заслугой П. Мартена явилось практическое применение принципа регенерации (не только для воздуха, но и для газа) — в отражательной печи в процессе производства литой стали, а также разработка основ технологии скрап-процесса путем выбора правильного соотношения исходных материалов в шихте. В успехе П. Мартена сказался, конечно, двадцатилетний опыт практической работы на металлургических заводах. В этом было его преимущество перед В. Сименсом. Имела значение и постройка печи из наиболее прочных материалов — стен и свода из динаса, а подины — из местного песка, оказавшегося наиболее огнеупорным.

После получения патента П. Мартен продолжал работу над процессом. С первых же плавок выяснилась необходимость добавки зеркального чугуна в конце плавки в целях получения доброкачественной стали нужного состава (процесс раскисления).



25 июля 1867 года П. Мартен взял патент, в котором указывает на применение зеркального чугуна в целях обуглероживания и получения стали определенных свойств.

Успех первых плавок позволил П. Мартену сразу наладить производство литой стали в промышленном масштабе. На заводе Сирейль работали попеременно три печи емкостью по 2—3 тонны. Из полученной стали производили листы, бандажи для паровозов, сталь рессорную, инструментальную, ружейные стволы, лафеты и фасонные отливки. В 1867 году П. Мартен представил стальные изделия своего завода на Всемирной выставке в Париже, где получил Большую золотую медаль. В. Сименс там же получил за регенеративную печь «Гран-при».

П. Мартен всегда признавал, что своими успехами во многом обязан использованию принципа регенерации, предложенного братьями Сименс. Еще в 1866—1868 годах он заключил ряд соглашений с В. Сименсом, по которому тот получал право участия в доходах по патенту, мог давать разрешение на постройку печей на заводах и консультировать организацию нового производства.

Дальнейшее развитие выделки литой стали на поду пламенной печи пошло по пути, указанному П. Мартеном. Вначале он ставил задачей получать на поду сталь с относительно высоким содержанием углерода — типа инструментальной. Температура получения такой стали нужна была ниже, чем для мягкой. Вели скрап-процесс: 85—90% скрапа и 15—10% твердого чугуна. Из-за медлительности процесса окисления на кислой подине было невыгодно увеличивать долю чугуна, да и чугун стоил дороже скрапа.

Первая печь П. Мартена была, понятно, весьма несовершенной. Объем рабочего пространства и регенераторов по сравнению с позднейшими печами был мал. Печь имела садку около 2000—2200 килограммов и площадь пода 3 квадратных метра. Под был набивной из огнеупорного песка, после каждой плавки на заправку тратилось 3,5 часа. Затем в печь загружалось 700 килограммов чугуна, через 1,5 часа чугун расплавлялся и делалась подсадка подогретых

пудлинговых криц и обрезков через каждые полчаса — всего 1400 килограммов, на что требовалось около 6,5 часа. По окончании подсадки ванна кипела 1,5 часа. Один час затрачивался на раскисление ванны зеркальным чугуном — 100 килограммов. Вся плавка продолжалась 14 часов. Угар металла был 10,5%. Скрапа получалось 5,5%. Расход каменного угля составлял 170 килограммов на 100 килограммов металла. Кампания печи длилась 70 плавок.

Мартеновский процесс получил с самого начала благоприятные условия для развития: цены на скрап в 60—70-х годах были невысоки ввиду трудности его использования. Мартеновский процесс не конкурировал с бессемеровским, а как бы дополнял его, перерабатывая стальные отходы бессемеровского производства, скопившиеся в больших количествах на заводах. Оборудование в мартеновском цехе стоило много дешевле, чем в бессемеровском, так как мартеновская фабрика того времени имела весьма примитивное оборудование. По этим причинам, несмотря на несовершенство первых мартеновских печей и большой расход топлива, скрап-процесс считался экономически выгодным.

Мартеновский процесс, введенный в 1864 году, быстро распространялся по металлургическим заводам разных стран. Однако лично П. Мартену это не принесло ни славы, ни богатства, как весьма напористому Бессемеру. П. Мартену не удалось сохранить за собой привилегию на изобретение, так как ему предшествовали патенты многих изобретателей, хотя и не добившихся успеха, но получивших возможность оспаривать право первенства. Все его состояние ушло на бесполезную волокиту в течение ряда лет по защите своего патента. В 1883 году он отошел от дел, поселившись в своем небольшом имении около Фуршамбо. Его скоро забыли.

На новый процесс сразу же обратили внимание русские техники. О нем писали в технической периодике: «Этому способу изготовления литой стали и литого железа, как не требующему больших затрат капитала, сравнительно с тигельным и бессемеровским, с одной стороны, а с другой — применимому почти ко всяким сортам чугуна и ко всяким сортам топли-

ва, справедливо ожидать большого применения на наших заводах».

А ведь в первое время в будущности нового процесса еще сомневались даже видные зарубежные металлурги. Австрийский профессор Туннер писал В. И. Рашету, директору Горного департамента в России: «Предполагать, что мартеновский способ может с выгодою соперничать с бессемеровским и даже оставит сей последний позади себя — ошибочно».

Несмотря на весьма холодное отношение руководителей казенных заводов к новому процессу, в России многое было сделано для его дальнейшего развития. Русские техники не только перенимали мартеновский процесс, но творчески осваивали новое изобретение. Тот же Туннер в отчете о поездке по русским заводам в 1870 году отмечал: «Способ Мартена, имевший в Австрии по сие время только сомнительный успех, хотя введен на трех заводах, был представлен на С.-Петербургской выставке и вводится уже в Сормово Нижнего Новгорода и на Воткинском заводе... Тот факт, что способ Мартена уже дошел до Урала, показывает, как быстро русские горные инженеры получают сведения о всех нововведениях и как умеют их применять».

Распространителем мартеновского процесса в России был молодой горный инженер А. А. Износков (1845—1911), который в 1869 году приступил к строительству мартеновской печи (2,5 тонны) на Сормовском заводе. Эта печь отличалась от печи Сименса улучшенной формой свода и рабочего пространства, более совершенной конструкцией головок, правильным подбором объема регенеративных насадок. Несколько позже сормовской была пущена в ход печь садкой 1,5 тонны на Воткинском заводе инженером В. Е. Холостовым. В 1871 году Н. И. Кузнецов соорудил пятитонную печь на Обуховском заводе.

Быстрое распространение мартеновского производства на заводах России начинается с середины 70-х годов, о чем свидетельствуют следующие факты: 1877 год — в России действовало всего около 15 печей, в 1893 году — уже 105, которые давали 255 766 пудов стали.

Новый этап в развитии процесса наступил с появлением основной подины, предложенной С. Томасом в 1878 году. Основной под в мартеновской печи давал возможность вести успешную борьбу с фосфором и таким образом позволял использовать различные сорта чугуна. Переработка высокофосфористой шихты в основной мартеновской печи впервые была успешно освоена в 1880 году на заводе Гута Банкова в Домброво (ныне ПНР). Одним из активнейших участников освоения нового сложного процесса явился русский горный инженер П. И. Егоров.

В конце 80-х годов во многих странах стал ощущаться недостаток железного лома. В связи с этим заводы увеличили количество чугуна в шихте, используя для окисления примесей железную руду. Возродился рудный процесс, но не в кислых, а в основных печах. Технологические основы скрап-рудного процесса в основной мартеновской печи на жидком чугуне были разработаны на Александровском заводе Брянского общества начальником мартеновского отделения Ю. М. Горяиновым, замечательным мартеновским техником.

В конце первого десятилетия XX века доля мартеновской стали превысила долю конверторного металла в мировой выплавке. В 1909 году французские промышленники решили поставить памятник великому французскому изобретателю широко распространенного процесса, давшего миллионные прибыли всем сталелитейным фирмам. Стали искать сведения об изобретателе, выяснять даты его жизни. И вдруг обнаружилось, что изобретатель... жив! И живет он в нищете в маленькой деревушке, всеми забытый. Процесс Мартена был повсеместно известен, и нельзя было скрыть скандала с судьбой его творца.

Объединение французских металлопромышленников «Комите де форж» организует 9 июня 1909 года торжественное заседание в честь П. Мартена. Виновника торжества усадили в президиум, рядом с председателем собрания, крупным заводчиком, поставщиком орудий смерти — Шнейдером, главой фирмы «Шнейдер — Крезо». На заседании присутствуют представители металлургических объединений Франции, Англии, Германии, Бельгии. Прислали приветствия из

Австрии, Венгрии, Италии. С большой речью выступил профессор Анри ле Шателье:

— Мировое производство мартеновской стали сегодня вдвое превышает производство бессемеровской... Общественное мнение никогда не отказывало Мартену в признании открытия. В Германии, в Штатах — повсюду, как и во Франции, говорят: мартеновский способ, мартеновская сталь и даже часто печь Мартена, обходя несправедливым молчанием имя сэра Вильяма Сименса, знаменитого изобретателя регенеративной печи, пущенной в ход Мартеном для реализации своего способа производства стали... Сталь Мартена и печь Сименса нераздельны и такими должны остаться.

Много было приветствий, речей, тостов, шампанского. Было и торжественное вручение от имени общества и организаций разных стран особой художественно выполненной золотой медали, а правительство Франции — в эти-то годы — догадалось почтить изобретателя офицерским крестом Почетного легиона. Была организована международная подписка, собравшая Мартену около 200 тыс. франков.

В 1915 году Лондонский институт железа и стали присудил П. Мартену золотую медаль имени Бессемера. Через несколько дней после этого, в возрасте 90 лет, 25 мая П. Мартен скончался. Могила великого изобретателя была покрыта плитой из металла, выплавленного его процессом.

Распространение мартеновского процесса продолжалось. Емкость печей, вначале не превышавшая 3 тонн, постепенно была доведена до 8 тонн, к концу 80-х годов достигла 10—12 и даже 15 тонн, а к началу XX века в США строили печи садкой свыше 100, а затем и 200 тонн.

В XX веке мартеновский процесс занял господствующее положение в мировом производстве стали. До середины нашего века около 80—85% всей стали в мире производилось мартеновским процессом. Преобладание мартеновского процесса в мировой металлургии было вызвано рядом его преимуществ по сравнению с другими. В мартеновской печи можно использовать большое количество старого лома и возможна работа на любом чугуне. Здесь годилось самое разно-

образное сырье, в то время как в конверторном процессе имелись определенные ограничения в химсоставе исходных материалов. Успеху мартеновского процесса способствовала также его разносторонность, пригодность к выплавке самых разнообразных марок стали — от обычной углеродистой до сложнолегированной. Этому помогла основная футеровка, предложенная Томасом.

ТОМАС

У В. И. Ленина в «Тетрадях по империализму» есть такая запись, отмеченная дважды знаком нотабене (особо важно!): «Замечательно изобретение Томасом (1878) вместо бессемеровского способа добычи железа — базического или томасовского способа.

Этот способ дал перевес Германии, ибо он состоит в *освобождении* руды от *фосфора,* а в Германии как раз железная руда *богата фосфором.*

Этим Германия и побила Англию» [1].

Кто такой Томас и в чем суть его изобретения, которое так высоко оценил В. И. Ленин?

Англичанин Сидни Томас родился 16 апреля 1850 года. В молодости интересовался естественными науками и мечтал стать врачом. Семнадцати лет от роду лишился отца. Пришлось поступить на службу в канцелярию полицейского суда в Лондоне, чтобы содержать мать и сестер. В свободное от службы время Томас пополнял свое образование, посещая лекции в Королевской горной школе. С интересом слушал лекции известного английского металлурга профессора Джона Перси — бывшего врача по образованию, ботаника и зоолога по специальности, а затем крупного специалиста в области металлургии, автора капитального двухтомного руководства по производству чугуна и железа. Профессор особое внимание обращал на химическую сторону металлургических процессов — в те времена это было новинкой.

По рассказам самого Томаса, на одной из лекций профессора Д. Чэлонери, специалиста по химии же-

---

[1] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 28, стр. 260.

леза, ему крепко запомнилась фраза, вскользь брошенная лектором:

— Человек, который сумеет найти способ удалять фосфор из чугуна при бессемеровском процессе, окажется кузнецом своего счастья.

Томас посвятил свою жизнь решению этого вопроса. Закончив в числе лучших горное училище, он устраивает в подвале одного из лондонских домов маленькую лабораторию. Там вместе с двоюродным братом Перси Джилькристом, химиком завода Бле навон (Южный Уэльс), он ведет плавки в крохотном конверторе на 6 фунтов металла, стремясь добиться отделения фосфора от железа. После своей учебы Томас обладал достаточными знаниями по теории металлургии. Он также был знаком со всеми работами металлургов над этой проблемой.

Острая необходимость решения проблемы удаления фосфора определялась тем, что в период появления кислого процесса получения стали — бессемеровского и мартеновского — не был решен вопрос получения стали новыми способами для районов, не обладавших чистыми по фосфору и сере рудами. Фосфористые руды имелись во многих странах и в больших количествах. Они считались бесполезными, ибо металлурги не умели извлекать из них фосфор, который придавал металлу хрупкость.

Из заводской практики было известно, что удаление фосфора из металла надо вести на основных железистых шлаках. Но при этом необходимо иметь футеровку, не разъедаемую окислами железа,— основную футеровку. Бессемер и Мартен использовали агрегаты с кислой футеровкой, так как никак не могли подобрать материалы для основной футеровки. Однако попытки в этом направлении уже предпринимались другими. Известный английский ученый — металлург и химик, владелец крупного чугуноплавильного завода Исаак Лотиан Белл (1815—1904) в ранний период своей деятельности занимался поисками способа удаления фосфора в конверторе. Исходя из аналогии с пудлинговой печью, Белл надеялся, что фосфор будет удаляться и в кислом конверторе, если шлак будет сильно железистым. С этой целью он пробовал продолжать третий период продувки до тех пор, пока,

по его расчетам, шлак вследствие выгорания железа не подойдет по содержанию окислов железа к пудлинговому. Тогда окисленный фосфор должен будет перейти в шлак. Однако окислы железа только шлаковали (разъедали) кремнезем набойки конвертора, а в шлаке не оставались. В конце плавки получался негодный металл — с высоким содержанием закиси железа и с прежним количеством фосфора. В другом опыте, пытаясь сделать бессемеровский шлак более основным, Белл вливал в конвертор расплавленную железную руду. При повороте груши получился огромный всплеск и весь металл из конвертора выбросило. Произошла сильная реакция взаимодействия закиси железа с углеродом.

И все-таки опыты Белла кое-что дали. Стало понятно значение основных железистых шлаков для процесса дефосфорации и в то же время выяснилось, что кремнеземистая набойка бессемеровской груши не дает возможности получить высокожелезистые шлаки. Вернее, нельзя удержать окислы железа в шлаке, ибо они немедленно вступают в реакцию с кремнеземом набойки. Приготовить набойку конвертора из шлака, окалины и богатой железной руды (как под пудлинговой печи) нельзя, так как эти материалы не выдерживают высокой температуры жидкого металла. Кроме того, при высокой температуре происходило бы восстановление железа набойки за счет реакций с углеродом чугуна — реакция идет бурно и вызовет выброс металла, как это и произошло в опыте Белла.

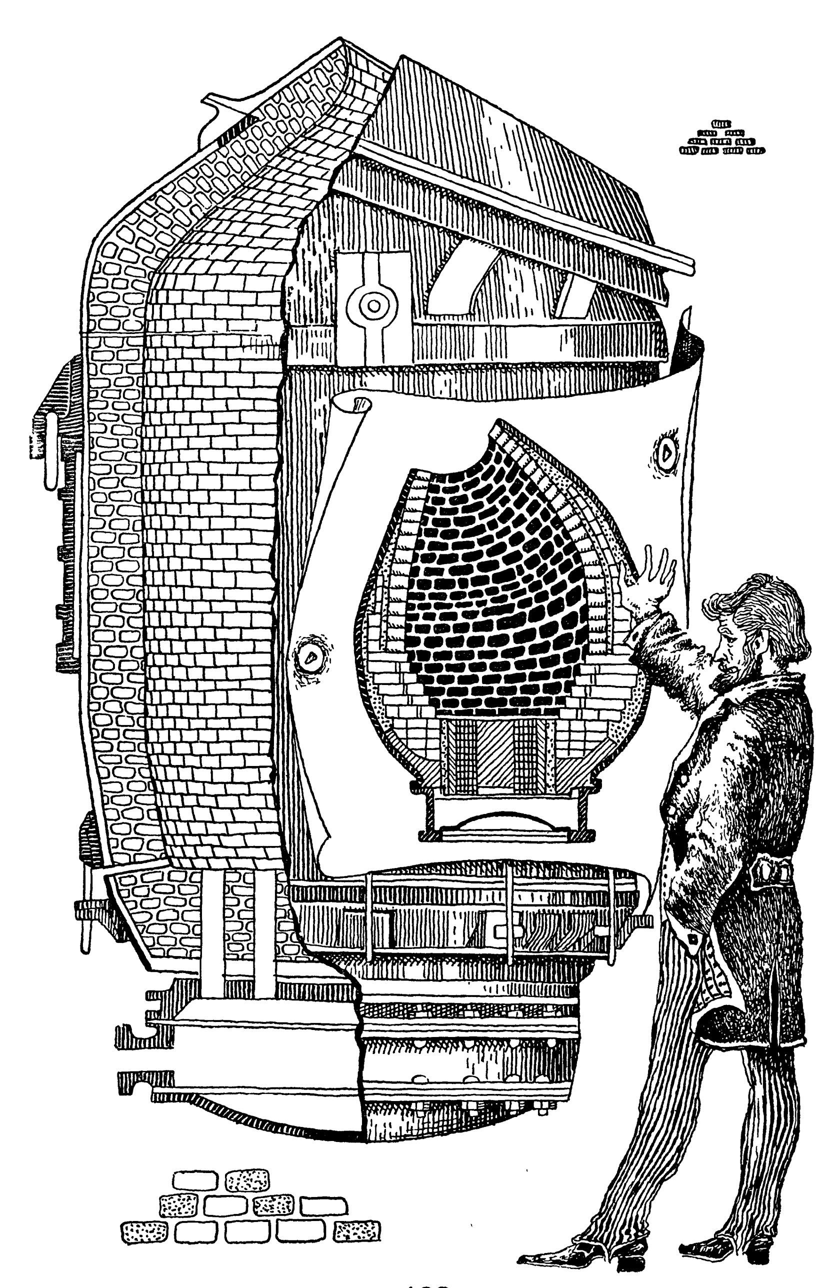
Стало ясно: успешная борьба с фосфором возможна лишь в конверторе с основной футеровкой. Еще в 1869 году Мюллер предлагал использовать для кладки магнезитовый кирпич, а кремнезем связывать известковыми шлаками. В 1872 году англичанин Г. Снелюс сделал первую попытку передела фосфористого чугуна в конверторе с набойкой из извести. Хотя ему удалось снизить содержание фосфора в металле с 1,5 до 0,01 %, промышленного значения его опыты не имели ввиду непрочности известковой набойки. Г. Снелюс, однако, взял патент «на употребление извести или известняка, доломита или других сортов (известняка) во всех формах, в которых он окажется приме-

ним, для футеровки всех родов печей, в которых металлы или окислы перерабатываются в расплавленном состоянии».

Француз Луи Грюнер в 1875 году в своем учебнике металлургии указал материал основной футеровки — обожженный доломит. В следующем году французский инженер Тесью дю Мотей вел передел фосфористого чугуна на кладке из магнезитового кирпича. Эти исследователи не достигли успеха, ибо процесс велся по старинке: продувку чугуна заканчивали после второго периода, когда горел углерод, как это обычно и делалось в бессемеровском процессе. В конвертор не вводили никаких флюсов-добавок, связывающих фосфор в шлаке. В этих условиях окислы фосфора не удерживались в шлаке и переходили обратно в металл. Таковы были понятия металлургов по проблеме дефосфорации.

В течение семи лет Сидни и Перси с невероятным упорством вели свои исследования. В их распоряжении был крохотный конвертор с набойкой из извести, смешанной с жидким стеклом. Довольные первыми результатами опытов, братья решили проверить их в заводских условиях. Они добились разрешения провести опытные плавки на заводе Бленавон, где Перси работал химиком. В конверторе емкостью в 150 килограммов было проведено около полусотни плавок. При этом они наконец-то поняли, что для почти полного удаления фосфора — до сотых долей процента — необходимо было продолжать продувку металла еще некоторое время после окончания второго периода. Именно в этот момент, когда в металле останется не более 0,4% углерода, начинается выгорание фосфора. При содержании в чугуне 1,46—0,88% фосфора Томасу удалось получить сталь с содержанием 0,04—0,07% фосфора.

Закрепляя свой первый успех, Томас взял патент от 23 ноября 1877 года. Сразу же его продал — нужны были деньги продолжать исследования. В письме к сестре Томас писал: «Дорогая моя, я уступил право эксплуатации своего патента одному знакомому, очень дешево. И из первых денег купил пальто и бутылку шампанского — надо же было отпраздновать такое событие. Твой брат наконец добился успеха.



Буду работать дальше, еще много надо сделать. Есть у меня одна идея — но как тяжело биться одному... Относительно моего здоровья не беспокойся — кашляю меньше».

Всего несколько строк этого письма намного углубляют наши представления о личности Томаса! Тут и радость первого успеха, и страшная бедность одинокого изобретателя, и начавшаяся болезнь, которая через семь лет сведет его в могилу на вершине славы.

Томас продолжает опыты. Он ищет более прочный материал набойки. Были испробованы известь, магнезия, доломит с примесью различных связующих веществ — жидкого стекла, шлаков, цемента, глины и т. п.

26 марта 1878 года Томас взял первый (германский) патент на приготовление основной футеровки, предложив состав — смесь трех частей извести и двух частей портланд-цемента. В патенте указывается на значение присадок извести в металл.

В эти дни на Всемирной выставке в Париже состоялось заседание Британского института железа и стали. 28 марта с докладом по вопросу об устранении фосфора из чугуна выступил профессор Л. Белл. Прославленный металлург, член Лондонского Королевского общества, в своем выступлении констатировал, что пока проблема дефосфорации еще не решена.

В прениях по докладу пытался получить слово человек с худым изможденным лицом, в каком-то невозможном мундирчике, засаленном и прожженном кислотами, в чрезмерно больших стоптанных сапогах. Это был Томас. Он пытался объяснить, что им решена проблема дефосфорации. После доклада маститого профессора это вызвало у присутствующих взрыв хохота. Ему — единственному, который шел верным путем к решению вопроса,— было отказано в выступлении. Кстати, Бессемер тоже был на этой сессии, видел Томаса, но не знал еще, что это создатель нового процесса, будущего соперника его бессемеровскому процессу. Не предполагал Бессемер и того, что ему через несколько лет придется лично вручать этому изможденному человеку золотую медаль своего имени, учрежденную Институтом железа и стали за наиболее

выдающиеся открытия и изобретения в области металлургии.

И все-таки настойчивая попытка Томаса имела некоторые результаты. В годичном отчете института при публикации доклада Л. Белла вкратце указывалось, что некоему Томасу удалось в конверторе совершенно удалить фосфор. Там же далее отмечалось, что в случае дальнейшей удачи подобный быстрый и экономичный метод был бы величайшим благодеянием человечеству.

Томас снова приглашает на помощь Джилькриста, и на заводе в Эстоне они ведут опыты в конверторе емкостью 12 центнеров. Потом Томас добился возможности провести опыты в еще большем масштабе на заводе Довлайс в конверторе емкостью 5—6 тонн. В этих опытах он окончательно выяснил, что фосфор выгорает в основном в период передувки (то есть, понынешнему обозначению, в третьем периоде), а также понял необходимость добавки извести для уменьшения угара железа и сохранения набойки. Вместе с двумя частями по весу извести вводилась одна часть железной руды или окалины. Раскисление и обуглероживание полученной стали производилось зеркальным чугуном.

Не обескураженный холодным приемом на весенней сессии Института железа и стали, Томас готовит новый доклад для осенней сессии. Но металлурги, завороженные незыблемым авторитетом профессора Белла, считали невозможным вывести фосфор из металла вследствие якобы чрезмерно высокой температуры при продувке металла в конверторе. Это утверждение казалось столь авторитетным, что Томасу вновь было отказано в выступлении с докладом о его работах на заседании института, состоявшемся на Парижской всемирной выставке в сентябре 1878 года. Доклад был снят с повестки дня «за поздним временем» и перенесен на следующий годичный съезд. Секретарь института сказал об этом: «Собрание не посмеялось над «эврикой», произнесенной молодыми устами, но и не благословило юношу к дальнейшим исследованиям; оно даже не потрудилось задать ему ряд вопросов о его методе удаления фосфора! Оно

просто не обратило внимание на доклад, не подтвержденный доказательствами».

И здесь следует отметить замечательную черту характера молодого изобретателя — настойчивость и постоянное стремление к совершенствованию своих исследований. Из его биографии видно, сколько будничной, черновой, текущей работы существует у первооткрывателя новых идей. Семь лет он занимается в одиночестве в своей самодельной лаборатории в каком-то подвале. Но даже когда он приходит к определенным положительным результатам в своих исследованиях, его мытарства на этом не кончаются. Ему не хотят верить! Ведь такой авторитет, как профессор Белл, высказался о невозможности дефосфорации. Томас, не жалея сил, вероятно, на последние средства, отправляется из Лондона в Париж на сессию института. Не стыдясь своего допотопного мундирчика полицейского клерка, он просит слова у известных металлургов того времени. Ему отказывают. Но он не ждет пассивно следующей возможности заявить о своем открытии. Томас снова и снова возвращается к процессу, продолжая работать над ним. Причем каждый раз на качественно новом уровне, добиваясь увеличения масштабов исследования, все большего приближения к заводским условиям. У него ясная конечная цель — доказать осуществимость нового процесса в производственных условиях.

Новую отсрочку Томас опять использует с пользой для дела. Он познакомился (вероятно, в Париже во время сессии института) с Виндзором Ричардсом, главным директором завода в Эстоне. Ричардсон оценил результаты, полученные Томасом и Джилькристом при помощи малых и несовершенных агрегатов, и согласился поставить опыты в большом конверторе в Эстоне. Здесь в 10-тонном конверторе Томас окончательно отработал методы ведения своего процесса.

10 апреля 1879 года Томас взял третий патент «на передувку после окончания обезуглероживания в связи с присадкой основных веществ, благодаря которым образуется основной шлак,— при дефосфорации стали в конверторе с основной футеровкой». Через месяц Томас выступил на весеннем заседании Институ-

та железа и стали. Но теперь уже его принимали по-другому. Томас пожинал лавры. На докладе присутствовали представители многих европейских заводов. Переполненный зал слушал Томаса «затаив дыхание», как писали в прессе. Современники называли доклад небывалым триумфом изобретателя.

На том же заседании выступил английский химик Е. Рилей с докладом о своих работах в области производства основных огнеупоров. В качестве жидкости для связывания обожженного доломита он употреблял сырую нефть. Опыты прошли удовлетворительно, но сравнительная дороговизна и летучесть нефти служили препятствием к ее использованию в огнеупорном производстве. Кроме нефти Е. Рилей предложил употреблять каменноугольную смолу, но сам опытов с ней не проводил.

В дальнейшем для производства основной огнеупорной массы применили обожженный до спекания доломит, молотый и размешанный с обезвоженной каменноугольной смолой. Кто первый применил на практике смолу — неизвестно, однако в 1882 году в журнале «Шталь унд айзен» Томас и Джилькрист указывали на то, что при производстве доломитовой набойки нужно добавлять 7—9% обезвоженной каменноугольной смолы.

Вскоре после доклада Томаса, в том же 1879 году, были выяснены термические и химические основы его процесса. Еще во время проведения опытов Томас интересовался вопросом, насколько фосфор в основном процессе заменяет кремний в тепловом отношении, то есть в смысле выделения тепла. Предполагалось, что фосфор играет приблизительно ту же роль для нагревания металла, что и кремний при кислом процессе. Так оно и оказалось — кремний лишь несколько больше выделяет тепла. Но Томас ошибочно полагал, что менее фосфористые чугуны легче и быстрей освободятся от фосфора. Значение фосфора в томасовском процессе вполне выяснил уже в 1879 году И. Ф. Эренверт, что в определенной степени способствовало успеху нового процесса.

Исследования Томаса при создании нового процесса были проведены столь основательно, что уже в апреле 1879 года процесс был продемонстрирован на за-

воде в Эстоне перед заводчиками. На завод Ричардсона начали поступать телеграммы, запросы о разрешении осмотреть ход процесса на месте. Результатом осмотра и переговоров была покупка 26 августа 1879 года у Томаса патента Рейнской сталелитейной фирмой в Руре и обществом Хёрдер ферайн в Люксембурге. По случайному совпадению оба завода — Майдерих и Хёрде — выпустили первые плавки в один и тот же день, 22 сентября 1879 года. На другой же день были прокатаны первые рельсы из томасовской стали — они были высокого качества.

Началось победное шествие томасовского процесса. Но самому изобретателю пришлось выдержать целый ряд нападок со стороны конкурентов. Как только стали очевидны экономические и технические преимущества нового процесса, конкуренты начали оспаривать новизну патента на основании многочисленных примеров в литературе и практике. В защиту своих прав Томасу пришлось выступить перед Королевским патентным советом, а впоследствии даже перед последней инстанцией — кассационным отделом Государственного совета. При активной поддержке своих сторонников (заводчиков, владевших лицензией на его патент) Томас был восстановлен в правах владения патентом. По окончании всех патентных споров начинают приобретать лицензии и другие заводы. Томасовские цехи открываются один за другим, особенно в Германии.

К Томасу пришла слава. Еще при жизни изобретатель был высоко оценен современниками. Из рук самого знаменитого Бессемера получил он золотую медаль. Во время приезда в Америку Томаса чествовал Институт Карнеги как великого благодетеля человечества. Бывший судейский писарь сделался всемирно известным изобретателем.

На могиле Томаса поставлен памятник с надписью: «Он блестяще выиграл битву». Действительно, в области создания нового металлургического процесса он победил, но битву за жизнь в капиталистическом мире проиграл. Когда Томасу улыбнулась слава, его здоровье уже было основательно подорвано развивающимся туберкулезом, этой болезнью бедняков. Для лечения он предпринял поездку в Австралию, Алжир,

но уже было поздно. В 1885 году он умер в Париже, не достигнув и 35 лет.

Оценивая опыты, проведенные Сидни Томасом и Перси Джилькристом, русский металлург В. Е. Грум-Гржимайло отмечал:

«Строго говоря, они не дали ничего нового: Рилей дал цемент — смолу, материал дал Грюнер, идею основной футеровки вообще — целый ряд металлургов; заслуга же самого Томаса заключается в том, что он обжег доломит насмерть; в этом немногом заключается все, давшее новому способу твердую почву».

К этому нужно добавить, что Томас не только применил новую футеровку конвертора, но и несколько видоизменил сам процесс продувки. Он ввел третий период — период передувки, когда горит фосфор и из горловины вырывается белый дым. Чтобы закрепить фосфор в шлаке, он ввел добавку в конвертор флюсов — 10—12% извести от веса металла.

Английский историк науки Дж. Бернал высоко оценивает изобретение Томаса именно за то, что «оно было от начала и до конца научным... Его работа является прообразом научно-исследовательской работы в области производства следующего столетия».

Действительно, это явилось сильнейшей стороной изобретателя Томаса. Всю свою работу он вел на научной основе, имея хорошую теоретическую подготовку по металлургии. История томасовского процесса говорит о возросшей силе человеческого разума, когда развивающаяся научная теория становится все более надежным помощником в практических достижениях. При этом Томас учитывал исследования других ученых. Роль коллективных усилий в научной работе все более увеличивалась.

Практическое осуществление томасовского процесса в разных странах имело свои особенности. Так, в Англии, несмотря на законченность процесса, томасирование прививалось слабо. Английский Ллойд (страховое общество) повысил стоимость страховки судов, изготовлявшихся из томасовской стали. Заводы США еще и в 1903 году испытывали затруднения в сбыте томасовской стали.

Наибольшее значение новый процесс имел в Германии, обладавшей большими запасами высокофосфо-

ристых руд. Немецкая руда, по словам одного автора, была так насыщена фосфором, что почти светилась в темноте. Менее чем за год все заводы перешли на томасирование. Через три года после взятия Томасом третьего патента в Германии выплавляли более 60 миллионов пудов стали по новому способу. В 1883 году в стране работало более 40 конверторов, производивших четверть миллиона тонн стали.

Англичанин Томас оказал неоценимую услугу сопернику своей родины — Германии, о чем и писал В. И. Ленин. Только с освоением томасовского процесса железоделательная промышленность Германии достигла колоссального роста и опередила Англию. Томасовский процесс, а также применение основной футеровки в мартеновском процессе вызвали перемещение центра тяжести крупной промышленности. Объединение в 1870 году крупных месторождений Лотарингии и каменного угля Рура в результате военных успехов Германии в войне против Франции в значительной степени послужили основой индустриализации прусского государства. Это создало экономическую основу для политики «крови и железа» канцлера Бисмарка.

Распространению томасовского процесса способствовало то, что по своей цене томасовский металл был дешевле металла, получаемого другими способами. Железная руда, богатая фосфором, стоила дешевле, и, кроме того, процесс помимо стали давал еще продукт — томасшлак, хорошее фосфорное удобрение. Это весьма выгодно сказалось на экономике томасовского процесса. Содержание фосфористого ангидрида в шлаке оказалось 14—20%, а в лучших сортах суперфосфата имелось 15—17% P_2O_5. Выход томасшлака составлял 18—20% от веса металла.

Сам Томас незадолго до смерти писал, что новый способ «будет вскоре применяться не только в производстве сталей, но и для получения высокофосфористых шлаков для целей удобрения».

Возможность использования томасшлака в кондиционировании почвы и стимулировании роста растений впервые была исследована и продемонстрирована практически в 1884 году в Англии известным агрономом Дж. Райтсоном. В 1890 году томасшлаки в ка-

честве удобрений начали применять в Шотландии. Эта практика быстро распространилась по всей Европе.

В конце XIX века производство томасовской стали растет и занимает второе место по количеству после бессемеровской. К 1892 году мировая выплавка томасовского металла составила почти четверть от всей выплавки стали.

На дальнейшей судьбе томасовского процесса сказались особенности качества томасовской стали. При одинаковом содержании углерода томасовская сталь обладает более высоким сопротивлением разрыву, лучшей свариваемостью, чем мартеновская. Повышенное содержание фосфора в томасовской стали облегчает ее механическую обработку. Однако несколько повышенное по сравнению с мартеновской сталью содержание азота и фосфора определяет большую хрупкость и хладноломкость томасовской стали. Это ограничило область ее применения. В силу названных особенностей томасовский процесс в 1904 году уступил место по количеству произведенной стали мартеновскому. Начиная с 1910 года до второй мировой войны выплавка томасовской стали постепенно снижалась.

Открытие Томаса оказало огромное влияние на дальнейшее развитие мартеновского процесса, дав ему основную подину. Основная мартеновская печь стала универсальной по своему назначению и обеспечила большой рост производительности агрегата, ибо окисление примесей при основном процессе намного ускорялось. Ныне почти все сталеплавильные агрегаты работают основным процессом. Даже новейший из них, кислородно-конверторный процесс ведется в агрегатах с основной футеровкой. Создание основного процесса — большая заслуга замечательного изобретателя Томаса.

ОБУХОВ

Пока шло освоение трех новых способов получения литой стали, тигельное производство еще сохраняло свои позиции. Продолжателем работ П. П. Аносова в производстве литой стали тигельным процес-

сом явился русский металлург П. М. Обухов (1820—1869).

Павел Матвеевич Обухов происходил из офицерской семьи Вятской губернии. В 1843 году окончил Горный институт в Петербурге первым по выпуску с золотой медалью. Сначала попал на Гороблагодатские заводы Урала, спустя два года — на штатное место смотрителя при Серебрянском заводе. Должность эту скоро оставил, успев выхлопотать себе заграничную командировку. Два года в Германии и Бельгии изучал горнозаводское дело. За эту командировку молодой инженер обязался прослужить 6 лет на заводах горного ведомства.

Осенью 1848 года Обухов вернулся в Серебрянск, а затем получил назначение на должность управителя Кушвинского завода. Здесь у него и зародилась идея получения литой стали в больших количествах. Однако слабая база Кушвинского завода не дала ему возможности развернуть опыты. В 1851 году Обухов стал управителем более обширного и богатого медного Юговского завода. Здесь его опыты продолжились.

В 1854 году Обухова назначили управителем Златоустовской оружейной фабрики, той самой, которой семь лет назад руководил П. П. Аносов. После ухода Аносова в Златоусте забросили тигельное производство. Инструменты, офицерское и солдатское оружие изготовляли здесь из импортной английской и немецкой стали (цена одного пуда 16,5 и 5,5 рубля соответственно). В момент приезда Обухова на заводе шла спешная работа по изготовлению ружейных стволов для перевооружения русской армии — шла Крымская война.

Здесь Павел Матвеевич развернул свои опыты. В конце 1855 года была получена первая сталь, не уступавшая крупповской. Ее использовали для приготовления кирас (металлических лат) вместо предложенной французским мастером сварки сырцовой стали со сварочным железом. Это позволило снизить вес кирас наполовину и уменьшить отбраковку при испытании в четыре раза.

Опыты Обухова давали все лучшие результаты, и, наконец, он получил сталь, не только не уступавшую лучшей импортной, но даже и превосходившую

ее. Так, струги для кож, приготовленные из обуховской кирасной стали, обрабатывали 2000—3000 кож, а из английской только 50—80. А между тем пуд обуховской стали стоил всего 1 рубль 50 копеек — в несколько раз дешевле привозной. Сталь Обухова обладала высоким пределом прочности, составлявшим 100—130 *кг/мм²*, и упругостью, что было особенно важно для выделки холодного оружия.

Один из современников, изучавший производство Златоустовской оружейной фабрики, писал: «Обуховская сталь легко куется, начиная от белого до темно-красного цвета, не давая при этом ни малейших трещин, ни продольных, ни поперечных и нисколько не теряя при этом первоначальных своих свойств. Это одно из ее важнейших свойств. Свариваются между собой все сорта стали, приготовленной по способу г. Обухова, кроме инструментальной, точно также привариваются и к железу».

19 февраля 1855 года Обухов, донося начальнику Златоустовских заводов об успешных испытаниях, отмечал, что металл, употребляемый им в изготовлении кирас, есть «литая сталь, но только способ приготовления совершенно отличается от способов, доныне употребляемых» и что, кроме изготовления кирас, сталь его «может быть с пользой употреблена для заварки стволов, дела штампов, для чеканки монет и вообще в тех случаях, где требуется вязкость металла, соединенная с твердостью и упругостью».

Литая сталь Обухова появилась в нужное время. Крымская война показала отсталость царской армии. Устаревшее вооружение никуда не годилось: надо было заменить нарезными штуцерами неуклюжие кремневые фузеи, выбрасывающие тяжеловесную круглую пулю-дуру (по словам Суворова) на каких-нибудь 200—300 шагов.

Не теряя времени, Обухов начал выковывать ружейные стволы из своей литой стали. 2 декабря 1855 года особая комиссия прибыла на фабрику испытывать новые ружейные стволы. Испытания дали прекрасные результаты: крупповские стволы разрывались на 8-м выстреле, обуховские — на 14-м.

Развивая дальше опыты Аносова, Обухов в 1857 году взял 10-летнюю привилегию, в основу ко-

торой положил усовершенствованный тигельный процесс. Основными составляющими шихты в выплавке обуховской стали явились белый чугун, стальные или железные обсечки и руда магнитный железняк. Применение железной руды было основной особенностью способа. Обухов избрал с целью обезуглероживания шихты магнитный железняк «в том убеждении, что сырые материалы (чугун, цементная или сырцовая сталь) с большим содержанием углерода, в известный период процесса, будут сильнее подвержены действию кислорода магнитной руды, а с меньшим — более слабому, и что поэтому в результате должна получаться постоянно однородная сталь. Предположения мои сбылись на самом деле после многих опытов».

При выборе шихты Обухов уделял большое внимание составу железной руды. Он решил, что лучше брать не чистый магнитный железняк, а широко распространенный на Урале титаномагнетит, содержащий ильменит ($FeO \cdot TiO_2$) в комбинации с магнитным железняком. «Титан и глиний (то есть алюминий.— *Я. М.*) придают стали вязкость»,— отмечал Обухов. В этом была еще одна причина высоких механических качеств обуховской стали.

Уже в донесении от 19 февраля 1855 года Обухов высказал смелую мысль о получении крупных стальных отливок: из «литой стали удобно будет отливать полевые артиллерийские орудия, которые должны быть несравненно легче, дешевле и прочнее медных...»

Лишь через 2—3 года военное ведомство прислушалось к мнению выдающегося металлурга. Урок поражения в Крымской кампании заставил даже царское правительство думать о серьезных мерах по перевооружению русской армии. Обухова командировали на полгода в Германию, чтобы он ознакомился с заводами Круппа.

Со времен Чохова в изготовлении пушек произошло мало изменений. Они по-прежнему отливались из бронзы и чугуна. К середине XIX века наибольшие чугунные орудия имели калибр от 7,7 (60-фунтовый снаряд) до 10 дюймов и весили от 336 до 385 пудов.

Заводчик Крупп в 1849 году предложил прусскому правительству небольшую 3-фунтовую (по весу

ядра) пушку из литой тигельной стали, которая выдержала весьма суровые испытания. Способ литья держали в секрете.

Английское правительство заказало заводчику В. Армстронгу 6 орудий. Их изготовили из железных квадратных брусьев, которые сгибали в спиральную линию и навивали на чугунный вал. Потом из таких брусьев сваривали отдельные цилиндры, притачивали их один к одному и, проковывая, составляли целое орудие. Первое армстронговское орудие, 3-фунтовая пушка, было представлено правительству в 1855 году. Потом орудие досверлили до 5-фунтового калибра. Во время испытания оно показало замечательную меткость в стрельбе на расстоянии до 850 сажен (сажень — 2,134 метра).

Для производства пушек по способу Армстронга образовалась компания в Эльсвиге и одновременно началось производство этих пушек в Вульвическом арсенале. Калибр пушек все время увеличивался.

Крупп, начавши с отливки 3-фунтовой пушки, весившей около 10 пудов, скоро перешел к приготовлению орудий 8- и 9-дюймового калибра и весом до 750 пудов. Крупповские пушки продавались во многие страны, в том числе и в Россию.

Обухов внимательно осмотрел завод Круппа. По возвращении домой представил проект отливки стальных пушек в России. В 1859 году военное ведомство разрешило Обухову приступить к отливке в Златоусте пробных стальных пушек. На старом заводе развернулись работы. Строили корпус литейной с тигельными печами, здание проковочной с молотом в 150 пудов, отделение для сверления и обточки пушек. Установили три паровые машины.

К началу 1860 года все было готово к отливке. В основу крупного производства стали на фабрике был положен усовершенствованный тигельный процесс, описанный в привилегии, выданной П. М. Обухову в 1857 году. Сохранился рассказ современника о дне отливки первых пушек, дающий яркое представление об условиях заводской работы в то время.

Рано утром стали съезжаться и сходиться в литейную все чины горнозаводского управления. Жар от печей был так невыносим, что даже привычные

к огневой работе мастеровые постоянно подбегали к чанам с холодной водой, смачивали руки, лицо и одежду.

Мастера заглядывали в печь, угадывая о готовности стали по степени раскаленности тигельных стенок. О готовности доложили Обухову. Тот вынул часы — было почти 5 часов утра.

— Звонок! — приказал он.

Все рабочие бросились к чанам, обливая себя водой с головы до ног. Каждая пара рабочих имела железный ухват вытаскивать тигли и щипцы переносить их к месту разливки.

Раздался еще звонок. Открыли дверки печей. Рабочие ловкими движениями начали вытаскивать двухпудовые, совсем белые от жара тигли, и ставили их в песок. Прошло две-три минуты. Убрали втулки из выпускного отверстия.

— К отливке! — скомандовал Павел Матвеевич, внимательно следивший за всеми действиями рабочих.

Взяв тигли в двуручные щипцы, рабочие бегом пустились с ними к четырем формам. Тоненькие струйки огненно белой стали полились в них без перерыва.

— Блоки! — отдал последний приказ Обухов, когда была вылита вся сталь.

Загремели цепи на блоках, укрепленных в потолке здания. На отливки опустились гнеты (тяжести), придавившие содержимое литейных форм.

— Первым нашим стальным пушкам — ура! — гаркнул мастер.

— Ура-а! — оглушительно и раскатисто понеслось по мастерской.

— Качать! — выкрикнул кто-то, и Обухова уже подбрасывали кверху могучие руки.

— Два дня отдыху и на мой счет угощение,— объявил Павел Матвеевич рабочим, оправляясь от неожиданной манифестации, выпавшей на его долю.

В марте 1860 года три пушки обточили и высверлили, а четвертую отливку оставили в виде болванки. Испытания в Златоусте прошли успешно. В августе Обухова вызвали в Петербург.

Пушки, привезенные из Златоуста, в артиллерийском арсенале нарезали, а болванку вновь обточили

и высверлили. Глубокой осенью начались испытания. Положили произвести 4000 выстрелов. Через 3000 выстрелов точность полета ядер нисколько не изменилась. Лучшее орудие 12-фунтового калибра, приготовленное из болванки весом 32 пуда 35 фунтов, блестяще выдержавшее испытание в 4000 выстрелов, попало позже на Всемирную выставку 1862 года в Лондоне и там было отмечено золотой медалью.

Успешные испытания русских пушек положили конец крупповской монополии. Немецкие пушки поставлялись в Россию по 52 рубля за пуд, а обуховские обошлись казне по 16 рублей 50 копеек за пуд. Разница существенная.

Артиллерийский комитет на заседании 19 апреля 1861 года признал, что «литая сталь Обухова превосходна, его орудие отлично выдерживает стрельбу даже сильнейшими зарядами, чем обыкновенный. Вязкость и упругость этой стали таковы, что орудие выдержало без разрыва 4000 выстрелов и металл при этом нисколько не подался. Доставленное Обуховым орудие ни в чем не уступает орудиям Круппа и остается только желать, чтобы точно такие же орудия приготовлялись им в большом числе».

Успех отлитых Обуховым пушек имел для него огромное значение — посыпались чины, награды, должности. Он стал начальником Златоустовского горного округа. Под его руководством велось сооружение в Златоусте Князе-Михайловской оружейной фабрики. Новой фабрике открыли неограниченный кредит с тем, чтобы она могла ежегодно изготовлять не менее 500 стальных орудий разного калибра — от легких полковых до тяжелых осадных, крепостных и морских. В первый год фабрика имела 96 горнов, каждый на два тигля емкостью по 1,5 пуда стали. В цехах были установлены новейшие сверлильные, токарные и строгальные станки, три паровых молота — 50, 150, 550 пудов и подготовлено место к установке молота в 1000 пудов.

Новое производство не обходилось и без трудностей. Болванки имели иногда наружные раковины и внутренние пустоты. Те же раковины или иные дефекты нередко оказывались в канале уже высверленного и совсем готового орудия. Отдельные партии пу-

шек давали большой процент брака. Обухову приходилось немало времени тратить на устранение обнаруженных недостатков.

Князе-Михайловская фабрика между тем развивалась. Число горнов довели до 127, а емкость тиглей увеличили, что позволило выплавлять одновременно до 570 пудов стали. Намечалось строительство двух новых сталепушечных заводов — в Петербурге и Перми.

В конце 1863 года Павел Матвеевич переехал в Петербург. Ему поручили строительство нового сталепушечного завода, позже названного Обуховским. Завод был заложен в июле 1863 года на территории старого арсенала, у Литейного моста, и построен в 1865 году. Сначала это были небольшие мастерские, где работало 200 человек. Действовало 160 тигельных горнов, позволявших выплавлять одновременно 1300 пудов стали.

Первое время дела на новом заводе шли неважно. Павел Матвеевич требовал все новых сумм, чтобы продолжать строительство. Ему сначала давали, потом стали возражать и отказывать. Все это заметно отразилось на нем. Он потерял уверенность в себе, стало слабеть здоровье. В 1868 году, окончательно упавши духом, уехал лечиться за границу. 1 января 1869 года смерть настигла его в Молдавии.

Австрийский металлург Туннер, посетивший летом 1870 года по приглашению правительства России русские заводы, писал: «Действительно, я был приятно изумлен, увидев, как на выставке в Петербурге, так и на разных заводах, все новейшие улучшения и изобретения техники железного производства уже введенными и иногда с таким совершенством, что они могут считаться образцовыми для других государств. Так, например, производство литой стали в большом виде и ее употребление для приготовления стальных пушек, бандажей и проч. с потребными к тому механическими устройствами, на Обуховском заводе близ Петербурга и на Пермском сталелитейном заводе может быть поставлено наравне со знаменитою Крупповскою сталелитейною фабрикою в Эссене».

Павел Матвеевич Обухов вошел в историю металлургии как новатор усовершенствования тигельного

процесса выплавки стали, как организатор строительства первых в России сталелитейных заводов. Заводы эти явились базой, где русская школа металлургов того времени в лице А. С. Лаврова, Н. В. Калакуцкого, Д. К. Чернова и других решила ряд важнейших проблем производства литой стали.

ЧЕРНОВ

С именем Д. К. Чернова (1839—1921) связана целая эпоха в развитии металлургических идей. Открытый им закон изменения структуры железа и стали при нагревании положил начало новому периоду в разработке теоретических основ сталеварения и термообработки металлов.

Во второй половине XIX века происходят значительные технические сдвиги в металлургическом производстве. Возросший в связи с развитием крупной капиталистической индустрии спрос на черные металлы требовал коренной перестройки металлургии — резкого увеличения производительности агрегатов и улучшения качества металла. Это активизирует теоретическую мысль в данной области и вызывает исследования на новой научной основе в различных переделах металлургического производства.

В этот период в науке начался процесс, наиболее полно проявившийся спустя столетие, уже в наше время: все чаще научные открытия становились результатом не столько гениальных одиночек, сколько более или менее значительных групп ученых и практиков. Если еще в первой половине XVIII века Гентсман занимался тайком в своей мастерской опытами по получению тигельной стали, то в середине XIX века в разработке своего процесса Бессемер воспользовался помощью Мюшета, Геренсона, заводчиков. Так же и мартеновский процесс явился осуществлением идеи Мартена — Сименса, «кооперированной» с теоретическими высказываниями ле Шателье. Томас свою работу над основным процессом строил на теоретических высказываниях Снелюса, Грюнера и др.

С появлением литой стали потребовались исследования ее свойств, так как она не сразу находила себе применение. Большой вклад внесли русские ученые,

заложившие научные основы в этой области. Особенно значительна была роль Д. К. Чернова.

Окончив 4 класса уездного училища, Дмитрий Чернов поступил в Петербургский практический технологический институт. По окончании его перешел в Высшее технологическое училище, учился на казенный счет, на стипендию, предоставлявшуюся учащимся с отличной успеваемостью. В студенческие годы много читал, особенно пристрастился к металлургии, прочтя в «Горном журнале» статью П. П. Аносова «О булатах». Статья произвела на него сильное впечатление.

Окончив в 1858 году полный курс по горно-технологическому отделению с отличием и малой серебряной медалью, он около полутора лет работал в механическом отделении Монетного двора. Стремясь пополнить свои теоретические знания, молодой выпускник согласился занять должность репетитора по математике в Технологическом институте. Сразу же подал заявление о разрешении ему стать вольнослушателем университета по математическому факультету.

В 1863 году Чернов занял должность хранителя музея Технологического института и помощника библиотекаря. В библиотеке молодой специалист обстоятельно знакомится с технической литературой, составляя систематический каталог книг по технике. При этом он обращает особое внимание на работы по металлургии и горному делу. Д. К. Чернова все больше привлекает непосредственная работа на производстве и, получив в 1866 году приглашение перейти на Обуховский завод, сразу соглашается. Начал он свою заводскую работу в должности техника молотового цеха. Ему поручили выяснить причины частых разрывов стволов стальных орудий при выстрелах.

При расширении масштабов производства стальных орудий все чаще встречались трудности. Химический состав металла был безукоризненным, а пушки иногда разрывались при первом же выстреле, причиняя тяжелые увечья артиллеристам. Затруднения с производством стальных орудий наблюдались и в других странах. В 1867 году немецкий заводчик

Крупп был даже вынужден вследствие этого перейти временно вновь на отливку орудий из бронзы.

Работы в области изучения строения стального слитка уже велись и раньше. Этим особенно много занимались А. С. Лавров (1838—1904) и Н. В. Калакуцкий (1831—1889), начавшие совместную работу артиллерийскими приемщиками в Златоусте.

А. С. Лавров первый в мире открыл неоднородность химического состава стальных слитков (ликвацию), обнаружив это явление простейшим опытом: опрокинул тигель с застывшей у стенок сталью и произвел химанализ металла. Сталь у стенок имела 0,67%, а вылитая — 0,8% углерода. Он научно обосновал причину возникновения ликвации: «Если бы сталь была каким-либо постоянным химическим соединением, то даже и при медленном остывании состав ее оставался бы без всякого заметного изменения, но сталь есть сплав, раствор углерода в железе, а следовательно, при медленном остывании мы вправе ожидать распадения этого сплава, как и всякого другого, не представляющего собой определенного химического соединения. Непосредственным результатом этого распадения должно быть группирование более трудноплавких сплавов (с меньшим содержанием углерода) около стенок изложницы, и вытеснения легкоплавких углеродистых сплавов в центральной части слитка».

В исследованиях Лаврова активно участвовал Н. В. Калакуцкий. Они проанализировали основные условия получения здоровых стальных отливок, впервые открыли и описали механизм возникновения усадочных и газовых раковин, а также внутренних напряжений в стальных отливках. Не ограничиваясь чисто теоретическими рассуждениями, исследователи пытались внести изменения в практику златоустовского завода с целью улучшения качества отливок. В Златоусте для отливки орудийных болванок применяли изложницу, уширенную книзу с малой прибыльной частью, что вело к увеличению усадочной раковины. Лавров рекомендовал применить изложницу, уширенную кверху, которая «будет способствовать повышению усадочных раковин по оси конуса, так как нижние части слитка вследствие меньшего своего диа-

метра в сравнении с верхним будут остывать быстрее последних».

Но горное ведомство запретило артиллерийским приемщикам вмешиваться со своими советами в дела производства — и на златоустовской фабрике все осталось по-прежнему. Внимание научных кругов к трудам малоизвестных в то время инженеров Лаврова и Калакуцкого было привлечено выступлением металлурга-исследователя Д. К. Чернова.

Два года потратил Д. К. Чернов на решение проблемы. Начал он с изучения места разрыва стволов. Он заметил, что сталь разорвавшегося орудия имела в месте разрыва крупнозернистое строение. А у орудий с длительным сроком службы строение в изломе было мелкозернистым. Химический состав стали был одинаков. Получалось, что при одном и том же составе металла можно получать отливки разного качества. Но как получить сталь всегда прочную? Д. К. Чернов поставил себе задачу найти условия получения отливок нужной мелкозернистой структуры.

Инженер отправился в кузнечный цех, где производилась ковка литых болванок. Здесь и пригодилась ему тонкая наблюдательность исследователя. На первый взгляд никакой разницы в обработке болванок не было. Их нагревали в печи, ковали, а затем быстро охлаждали в воде. Степень нагрева кузнецы определяли на глазок по цвету раскаленной болванки.

Изучая процессы нагрева и охлаждения, Чернов обратил внимание на непонятное явление. При медленном охлаждении на воздухе темнеющая масса металла в какой-то момент остывания вдруг внезапно раскалялась на короткое время, будто вспыхивала, а затем до конца охлаждалась уже спокойно. Даже самые опытные кузнецы не могли объяснить Чернову, отчего происходит такая вспышка и что она означает. Да и видели они эту вспышку редко, ибо еще до этой вспышки болванка обычно погружалась в воду для закалки быстрым охлаждением. В этом случае вспышки не наблюдалось.

Д. К. Чернов провел ковку стали при различных цветах каления. Откованные образцы испытывал на разрывной машине — исследователь искал, при какой температуре ковки получаются лучшие механиче-

ские свойства изделия. Он выяснил, что болванка, прошедшая критическую точку (момент вспышки), закалки не приняла и осталась мягкой.

В ходе исследований и размышлений Д. К. Чернов пришел к заключению о существовании критических точек *А*, *В* и *С*. Эти знаменитые точки Д. К. Чернова имели огромное значение в объяснении непонятных ранее явлений при тепловых превращениях в стали.

Точкой *А* Чернов обозначил нижний предел нагрева, когда происходит закалка. Ниже точки *А* сталь не принимает закалки, «напротив того, она становится значительно мягче и легче обрабатывается пилой». При современных точных измерениях установлена температура точки *А* — 727° С.

Вторая точка *В* (примерно 800—850° С) означает температуру, выше которой любая сталь приобретает мелкозернистое строение, независимо от исходной структуры. Третья точка *С* — есть температура плавления данной стали.

Особенно примечательно открытие Черновым точки *В* — прохождение стали через нее не сопровождается никакими видимыми признаками. Академик А. А. Байков однажды задал Д. К. Чернову вопрос, каким образом тот мог заметить, что при температурах, соответствующих точке *В*, в стальной болванке происходят какие-то изменения.

Знаменитый металлург ответил так:

— Превращение в точке *В*, действительно, с внешней стороны ничем не проявляется, но оно сопровождается характерными признаками, которые могут быть наблюдаемы привычным и опытным глазом во время ковки стали. Таких признаков существует два: первый признак в том, что во время перехода стали в точку *В* поверхность ее, нагретая до красного цвета каления, начинает как бы морщиться и лущиться. Это происходит от того, что легкий слой окалины на поверхности металла начинает растрескиваться и отделяться от металла в виде мельчайших чешуек. Второй признак такой: хотя температура стали при переходе через точку *В* почти не меняется и болванка, подвергающаяся ковке, сохраняет свой красный цвет почти неизменным, все же внешний вид поверхности

ее неодинаков, в то время, когда сталь находится выше температуры точки *B* и когда она находится ниже точки *B*.

Поразительный пример необыкновенной наблюдательности Чернова дает его дальнейшее объяснение.

— Это различие при известном навыке привычный глаз легко обнаруживает,— продолжал он.— Это различие можно сравнить с различием во внешнем виде белого мрамора и гипса. Когда вы бываете в музее, вы легко можете по одному взгляду различать мраморные и гипсовые статуи. И те и другие белого цвета, но мраморные статуи своеобразнее: они имеют как будто блестящий, маслянистый вид, тогда как гипсовые статуи имеют матовый, тусклый вид. Точно так же, когда куется стальная болванка, то выше точки *B* она имеет накаленную, красную, как бы маслянистую, блестящую, мраморовидную поверхность. Когда же она охладится ниже точки *B*, она сохраняет тот же красный цвет, но поверхность ее тускнеет, утрачивает блеск и становится матовой, напоминающей вид гипсовых статуй.

Зоркость глаз Чернова привела к открытиям, совершившим целый переворот в металлургии. Но когда через два года непрестанных занятий на заводе он вышел из горячих цехов, первое, что ему понадобилось, были очки, которых он уже потом не снимал всю жизнь.

Весной 1868 года Д. К. Чернов доложил результаты своего исследования на заседании Русского технического общества, весьма скромно озаглавив свой доклад «Критический обзор статей Лаврова и Калакуцкого о стали и стальных орудиях и собственные Д. К. Чернова исследования по этому же предмету».

Дмитрий Константинович отметил, что работы Лаврова и Калакуцкого не имеют ничего равного как в русской, так и в иностранной литературе. Далее он сообщил о найденной им связи между тепловыми превращениями в стали и ее свойствами, подчеркнул установленную им зависимость свойств и структуры стали от термической и механической обработки.

Из своих исследований Д. К. Чернов делал практический вывод, что для получения мелкозернистой, наиболее прочной структуры надо нагревать изделие

до точки *B* или немного выше и затем быстро охладить. С тех пор как на Обуховском заводе стали вести обработку орудийных стволов с учетом критических точек, случаи разрывов пушек при испытании совершенно прекратились.

Доклад произвел огромное впечатление на собравшихся специалистов. Но большая часть инженеров вначале считали его выводы поспешными и неоправданно смелыми. Слишком многие устоявшиеся представления разрушал Д. К. Чернов. Он утверждал, что решающую роль в формировании структуры и получения требуемых свойств стали играет термическая обработка, а не ковка, как считали раньше, и что главное назначение ковки является придание формы изделию и уплотнение металла.

Отвечая критикам, 28-летний исследователь закончил свой доклад словами:

— Что касается вообще до проводимых мною идей, то я уже получил упреки в том, что слишком смело высказываю свои выводы; но пусть же я покажусь еще смелее и выскажу окончательное заключение из своих наблюдений в следующих словах: вопрос о ковке стали при движении его вперед не сойдет с того пути, на который мы его сегодня поставили!

Эти слова не были простым бахвальством молодого инженера. Процессы термической обработки орудийных поковок, внедренные им в практику артиллерийского производства, вывели Обуховский завод из состояния кризиса и сделали его одним из лучших пушечных заводов мира. Процесс сыграл большую роль в деле снабжения русской артиллерии надежными и прочными стальными орудиями. Благодаря деятельности Чернова Обуховский завод превратился в подлинную академию научных знаний по металлургии, как об этом писал академик А. А. Байков.

Читателю, надеюсь, понятно, что открытие Д. К. Чернова решало не только частную проблему получения прочных стальных орудий. Ведь и раньше получали нередко очень хорошие пушки из обуховской стали. Но процессы обработки стальной заготовки в значительной степени определялись мастерством рабочих, их опытом. Дмитрий Константинович превратил производство стальных изделий из искус-

ства отдельных мастеров в научно разработанный технологический процесс, который можно было регулировать и направлять.

Его доклад дал основу новой науке — металловедению. Известный исследователь-металловед французский инженер Ф. Осмонд позже отмечал, что вся физическая химия стали содержится в зародыше в знаменитом докладе Д. К. Чернова, сделанном им в 1868 году.

Говоря о критических точках в стали, Д. К. Чернов в первую очередь обращал внимание на физическую сущность явлений. Он первый высказал мысль о том, что в критических точках происходят аллотропические превращения (изменения кристаллической решетки железа), в связи с чем изменяются свойства стали. Более поздние исследования других ученых с применением рентгеноструктурного анализа подтвердили его предположение. Установление критических точек стали и разработка методов физико-химического анализа дали возможность уже в конце XIX века построить диаграмму состояния железо — углерод, имеющую огромнейшее значение для развития науки о металле.

Следующей крупной работой Д. К. Чернова явилось исследование кристаллизации стали, улучшения качества стальных слитков. Здесь он развивает далее идеи П. П. Аносова о производстве и обработке качественной стали.

Занимаясь разработкой теории строения стального слитка, Д. К. Чернов собирал коллекцию стальных кристаллов. Лишь редкие кристаллы, найденные им в слитках, достигали 5 миллиметров по наибольшему измерению, большинство же имело длину до 3 миллиметров при 1—1,5 миллиметра в поперечном измерении. Попадались иногда очень хорошо развитые кристаллы с весьма тонкими очертаниями, но таких малых размеров, что хорошо были видны только при увеличении в 100—150 раз.

Наиболее ценным в этой коллекции был знаменитый «Кристалл Д. К. Чернова», описанный во многих учебниках по металловедению. История этого уникального кристалла такова. Подполковник морской артиллерии Берсенев, служивший приемщиком на

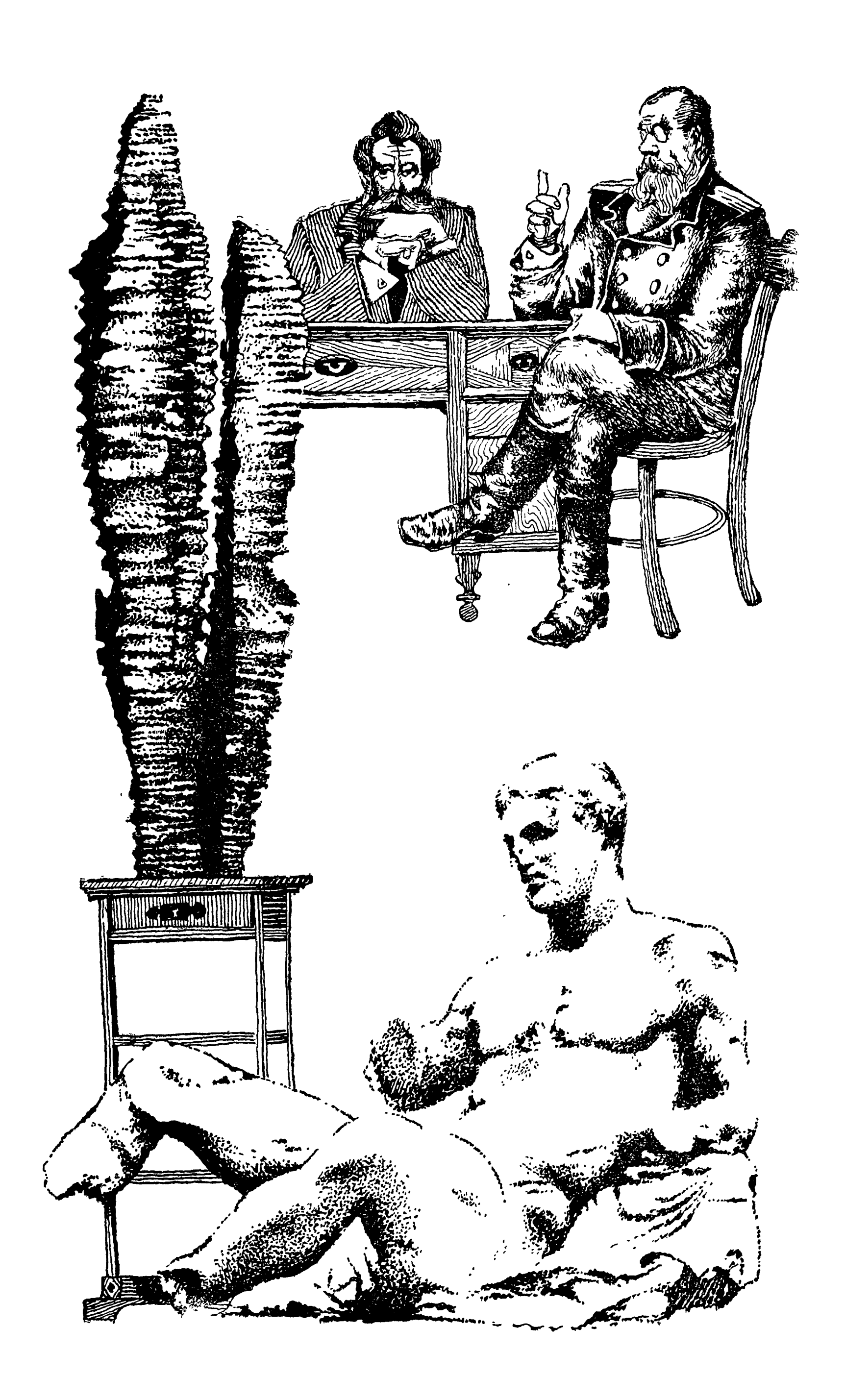
одном крупном металлургическом заводе, нашел огромный кристалл в груде стального лома шихтового двора. Как удалось выяснить, кристалл вырос в стотонном слитке стали. Администрация завода охотно отдала кристалл Берсеневу, а тот подарил его своему учителю Чернову.

Чернов тщательно исследовал уникальный кристалл, определил его вес — 3 килограмма 450 граммов, длину — 39 сантиметров, химический состав: 0,78% углерода, 0,255 — кремния, 1,055 — марганца, 97,863 — железа. Меньший отросток этого двойного кристалла, разрезанный на несколько частей, был всесторонне исследован не только самим Д. К. Черновым, но и другими металловедами. Кристалл послужил объектом для дальнейших изысканий и научных докладов Чернова и других русских и иностранных ученых.

Изучая свойство литого металла, Д. К. Чернов установил новые представления о процессах кристаллизации стали и высказал смелую мысль о том, что «прочность литой непрокатанной стали нисколько не менее прочности прокованной, если обе имеют одинаковое сложение». Свою теорию кристаллизации и строения стального слитка, сохранившую значение и до наших дней, он сообщил в 1878 году в докладе Русскому техническому обществу на тему «Исследования, относящиеся до структуры литых стальных болванок». Работа сыграла не меньшую роль в развитии металлургических идей, чем открытие критических точек.

Как известно, в конце 70-х годов появились новые способы массового получения литой стали — бессемеровский и мартеновский. Однако процессы разливки и остывания таких больших масс металла еще не были изучены. Д. К. Чернов утверждал, что переход металла из жидкого в твердое состояние можно регулировать и таким образом влиять на качество затвердевшей отливки.

В расцвете своих творческих сил и планов Д. К. Чернов в 1880 году вынужден был покинуть Обуховский завод, ибо администрация завода не понимала, что наступило то время, когда «без науки нет завода». Позже Дмитрий Константинович писал:



«Я должен был уступить грубой силе обстоятельств и покинуть не только мои занятия на Обуховском заводе, но и вообще стальное дело».

После ухода с завода Д. К. Чернов три года по своей инициативе занимался разведкой месторождений каменной соли в Бахмутском уезде на юго-западе России.

В 1884 году Д. К. Чернов возвратился в Петербург и стал работать в министерстве путей сообщения главным инспектором по испытанию заказанного металла. Через 5 лет он возглавил кафедру металлургии Петербургской артиллерийской академии, которую занимал в продолжение трех десятилетий. Д. К. Чернов сразу же поставил преподавание предмета на большую высоту и всегда держал его на уровне передовой науки. С этой целью он создал литографированный курс лекций «Сталелитейное дело» (1898), который, по сути дела, явился первым в России научным трудом по металловедению.

Признание заслуг Д. К. Чернова пришло при его жизни. В конце XIX века взгляды Чернова на строение и свойства стали ознаменовались полным торжеством в научном мире. Дмитрию Константиновичу был оказан торжественный прием на Всемирной выставке в Париже 1900 года. На первом же заседании комиссии экспертов-металлургов директор крупнейшего металлургического завода во Франции Поль Монгольфье, обращаясь к собравшимся, сказал:

— Считаю своим долгом открыто и публично заявить, в присутствии стольких знатоков и специалистов, что наши заводы и все сталелитейное дело обязаны настоящим своим развитием и успеху в значительной мере трудам и исследованиям русского инженера Чернова, и приглашаю вас выразить ему нашу признательность и благодарность от имени всей металлургической промышленности.

Д. К. Чернов был бессменным председателем Металлографической комиссии Русского технического общества, почетным членом общества технологов, пожизненным почетным председателем Русского металлургического общества, являлся почетным членом Американского института горных инженеров, Лондонского Королевского общества искусств, наук

и промышленности, почетным вице-президентом Британского института железа и стали и имел еще ряд почетных званий.

Но даже и при такой известности нелегко было Д. К. Чернову осуществлять свои идеи в условиях царской России. Так, в начале 1899 года Д. К. Чернов выдвинул предложение о промышленном получении стали прямо из руд. В интересном докладе на эту тему он дал глубокое теоретическое обоснование этого вопроса и тут же сообщил о своем проекте доменной печи, дающем возможность получать прямо из руд железо и сталь. Но Д. К. Чернов не смог добиться от министерства торговли и промышленности разрешения провести опытные плавки на одном из заводов горного ведомства. Выражаясь словами самого Чернова, «вопрос этот встретил неодолимые препятствия среди шкафов и коридоров министерства».

Или другой пример. В 1900 году в журнале «Уральское горное обозрение» появилось такое объявление: «Профессор Чернов, известный металлург, через публикации в специальных изданиях вызывает 25 человек, желающих внести по 1000 рублей на производство опытов выплавки чугуна на жидком горючем по изобретенному г. Черновым способу». К таким воззваниям приходилось прибегать всемирно известному ученому!

Весной 1916 года после тяжелого простудного заболевания Чернов вынужден был поехать на лечение в Ялту. Он пережил там все бедствия иностранной интервенции и гражданской войны и умер 2 января 1921 года.

О заслугах Д. К. Чернова в области металлургии хорошо сказал академик А. А. Байков: «Д. К. Чернов являлся величайшим гениальным ученым, который своими замечательными исследованиями произвел полную революцию. Значение Д. К. Чернова для металлургии можно сравнить со значением Д. И. Менделеева для химии. Подобно тому как химия в своем дальнейшем развитии будет идти по пути, указанному Д. И. Менделеевым, так и металлургия стали будет развиваться в том направлении, которое было указано Д. К. Черновым».

Советские металлурги и металловеды успешно использовали идеи Д. К. Чернова для дальнейшего развития науки о металлах. В 1964 году общественность страны провела научную сессию, посвященную 125-летию со дня рождения Д. К. Чернова. Центральное правление НТО Машпром учредило премии имени Д. К. Чернова для поощрения членов НТО, успешно разрабатывающих общие и частные проблемы металловедения.

В мае 1968 года в Москве проходил международный симпозиум ученых-металлургов, посвященный столетию открытия полиморфизма железа. В своих докладах ученые Советского Союза и зарубежных стран подвели итоги многолетних исследований в теории металлургии и сплавов, раскрыли значение работ выдающегося русского ученого в современной металлургии и металловедении, наметили пути дальнейших исследований. Идеи Д. К. Чернова в науке о металле продолжают жить и развиваться.

ИЗОБРЕТАТЕЛИ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ

Рост производительных сил капитализма, развитие науки и техники привели к использованию нового вида энергии — электричества. О нем знали давно, но практическое значение накопленных за два столетия (XVII—XVIII вв.) знаний было сравнительно невелико. В 1894 году Ф. Энгельс отметил это: «Об электричестве мы узнали кое-что разумное только с тех пор, как была открыта его техническая применимость» [1].

Одним из первых, кто глубоко исследовал свойства электричества, был русский академик В. В. Петров. В 1802 году он построил «огромную наипаче батарею», составленную из 4200 медных и цинковых кружков, давшую электродвижущую силу около 1700 вольт. Присоединив медной проволокой к полюсам батареи два угольных стерженька (электрода), Петров выяснил, что если «приближать оные один к другому на расстоянии от одной до трех линий, то является между ними весьма яркий белого цвета свет или пламя, от которого оные угли скорее или

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 39, стр. 174.

медленнее загораются, и от которого темный покой довольно ясно освещен быть может».

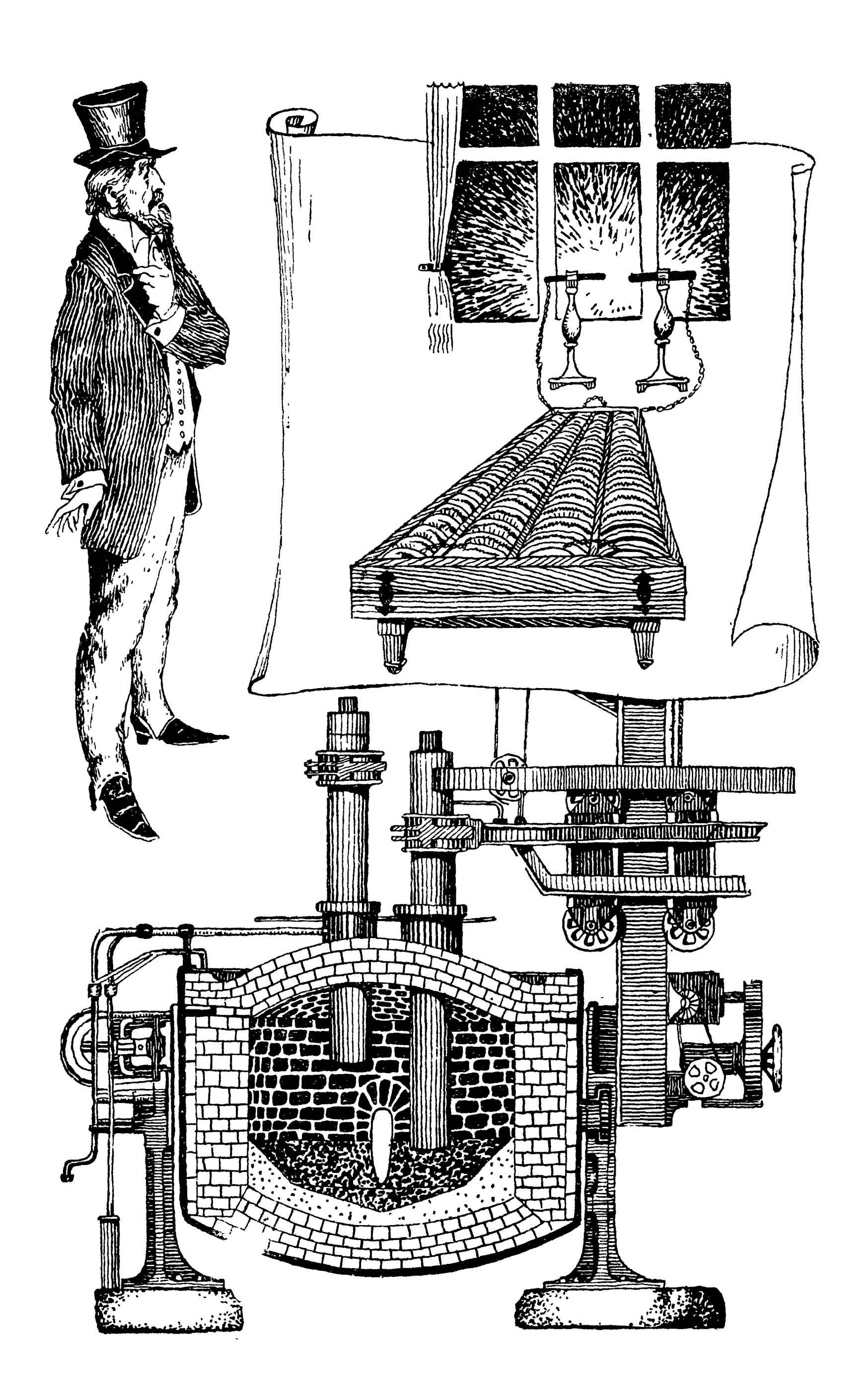
Русский физик В. В. Петров впервые в мире получил электрическую дугу и продемонстрировал ее возможности: провел опыты электроплавки металлов, сжигания различных веществ.

Однако от высказанной В. В. Петровым впервые мысли о практическом применении электричества для плавки металла до появления промышленной электрометаллургии прошел длительный период, почти весь XIX век. На этом пути встречаются работы техников многих стран. Американские авторы Д. М. Кэмп и К. Б. Френсис в своей многотомной работе «Производство и обработка стали» приводят перечень важнейших этапов развития электропроцессов получения стали и называют при этом более трех десятков имен. Однако это далеко не полный перечень, ибо в нем совершенно не упоминаются имена русских ученых и техников, пропущены и некоторые европейские исследователи. В изобретении и освоении методов электроплавки металлов участвовали многие десятки исследователей. О некоторых из них мы расскажем.

В 1815 году француз В. Пепис делал опыты по цементации железа углеродистыми веществами при нагревании электротоком. Он нагревал проволоку из сварочного железа до красного накала при контакте с алмазной пылью, пропуская ток по проволоке, и превратил таким образом железо в сталь.

Во Франции же была запатентована в 1853 году идея электроплавки стали: Пишон получил патент на электропечь шахтного типа, имевшую 4 угольных электрода и предназначенную для плавки металла с помощью сильной батареи. Однако конструктор имел на этой печи и обычную топку — на всякий случай.

Еще спустя несколько лет, в 1878 году, англичанин Вильям Сименс предложил конструкцию электропечи, сначала с вертикальным угольным электродом и электрической дугой между ним и металлом, а позднее — печь с двумя горизонтальными электродами и электрической дугой между ними. Он впервые выплавил железо из руды при помощи электрической дуги.



Производительность его печи была 10 килограммов в час. Но железо получалось со значительными примесями, в особенности углерода, а потому оказалось для технических целей непригодным.

Русский изобретатель, создатель электросварки Н. Н. Бенардос в 1887 году предложил использовать гальванический ток высокого напряжения для спекания и обработки железа.

Интересны работы известного французского химика и инженера Анри Муассана (1852—1907). Сын мелкого провинциального чиновника, после гимназии он работал учеником в аптекарском магазине. Возникший интерес к химии побудил его заняться ее систематическим изучением. Он поступил на работу в лабораторию и стал слушать лекции знаменитого химика Марселена Бертло. С 1879 года занимался преподавательской деятельностью — в агрономическом институте, фармацевтической школе, в Сорбонне. Читал лекции по неорганической химии.

С именем Муассана связано изобретение и введение в лабораторную практику электроплавильной печи, над которой он вел работу более 10 лет. Первую конструкцию печи изобретатель представил в 1892 году Парижской Академии наук. Печь состояла из двух кирпичей. Нижний кирпич имел желоб, по которому проходили два электрода. В середине этого кирпича располагалось небольшое углубление, куда помещался тигель с обрабатываемым веществом. Электроды могли свободно двигаться с помощью двух скользящих приспособлений, что позволяло легко регулировать работу печи. Благодаря тому, что здесь впервые была получена необычайно высокая температура — до 4000° С, печь быстро нашла широкое применение в научных лабораториях. В 1906 году Муассан удостоился Нобелевской премии за свои «Исследования и метод выделения фтора и за научное применение электрической печи, носящей его имя».

Изобретатель при помощи своей печи получил искусственные алмазы путем растворения углерода в жидком чугуне с последующим охлаждением (1893),095 124 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 борнистую сталь (1894), восстановил окислы ряда тугоплавких металлов, получил карбиды кальция (1899), калия, натрия (1894). Электротермическим путем по-

лучил в чистом виде молибден (1895), вольфрам (1897). Все эти работы способствовали развитию электрометаллургии и электротермии. Однако его печь имела все-таки чисто лабораторное применение.

Настойчивая попытка применить действие тока в металлургии относится к началу 90-х годов. И опять-таки, как и в истории других изобретений, сначала пытались создать новый процесс с использованием привычных технических средств. В 1893 году Викстрем предложил разогревать мягкое железо в конверторе, пропуская через него сильный ток, с одновременной подачей воздуха. Металлург Таусинг экспериментировал с подогревом металла током в мартеновской печи, но успеха не имел.

Началом производственного применения электричества в металлургии можно считать конец XIX — начало XX века, когда трое изобретателей почти одновременно предложили различные типы промышленных электросталеплавильных печей.

Изобретателем одной из печей явился француз Поль Луи Эру (1863—1914). Сын кожевника, он с 19 лет посещал занятия в Горной академии в Париже. Изучал там электротехнические способы получения металлов, слушая лекции профессора ле Шателье. С 1885 года П. Эру посвятил себя опытам по получению алюминия. После ряда неудач на последние средства он приобрел электрогенератор, способный давать ток в 400 ампер при напряжении 30 вольт.

Успех выпал на долю двух молодых ученых — француза П. Эру и американца Чарлза М. Холла. Независимо друг от друга они открыли в одном и том же году одинаковый способ получения алюминия методом электролиза раствора окиси алюминия Al_2O_3 в расплавленном криолите Na_3AlF_6. После ряда усовершенствований в 1893 году Эру добился расхода электроэнергии 20 *квт-ч* на килограмм алюминия. Чтобы понять значение достижения Эру, надо знать, что и сейчас, через 70—80 лет после открытия Эру, расход электроэнергии составляет 16,8—18 *квт-ч* на килограмм.

В печи своей конструкции Эру пытался получить сплавы железа и чистое железо. В 1888—1892 годах

изобретатель разработал электропечь для производства ферросплавов и карбида кальция. В ней он получил феррохром и ферровольфрам, а в 1900 году сплавил железные отходы в литое железо, или литую сталь.

Тогда же Эру произвел изменения в своей печи, чтобы лучше приспособить ее для плавки стали, и взял патент на электропечь с двумя вертикально расположенными над ванной электродами. Эта печь послужила основой современной дуговой печи. В своем процессе Эру вел сплавление железных руд в огнеупорном тигле, где угольные электроды погружались в шлак так, чтобы они не соприкасались с железом во избежание науглероживания металла.

Эру построил завод в Савойе, вырабатывающий очень чистое железо и сталь. Днем рождения нового способа электроплавки стали он считал 12 декабря 1900 года, когда был получен первый вагон готовой продукции. 28 декабря первая электросталь в прутках была отправлена заводу Ле-Прата, принадлежавшему фирме «Шнейдер — Крезо».

П. Эру получил патент на однофазные и многофазные электропечи с последовательными дугами между электродами и ванной. При выплавке стали и в настоящее время оказались наиболее выгодными и распространенными конструкции трехфазной печи с тремя электродами.

Получение железа из руд в крупных масштабах с помощью тока предложил итальянский капитан Эрнесто Стассано (1859—1922). Он воспользовался вольтовой дугой, чтобы восстановить окислы и расплавить полученную металлическую массу. Предварительно из рудной смеси прессовались брикеты.

Стассано изобрел дуговую печь с подвесными электродами — в 1889 году были получены английский и итальянский патенты. Изобретатель предлагал способ получения чугуна, основанный на использовании электродуги. Потому и первая его электропечь имела форму домны. Опытную печь он построил близ Рима. Высотой она была 3 метра, снабжалась током в 1800 ампер и 50 вольт. В 1901 году Стассано провел опыты по получению металла из пиритных огарков.

В печах Стассано использовалась электрическая дуга, возникающая между угольными электродами, расположенными горизонтально. В патенте изобретатель указывал, что его печь предназначена для получения «литого ковкого железа с любым содержанием углерода и ферросплавов в жидком состоянии... путем прямого восстановления железных руд с помощью древесного угля под влиянием лучистой теплоты вольтовой дуги». На построенной англо-итальянским обществом печи Стассано производилась сталь по 97,5 лиры за тонну против 155 лир итальянской рыночной цены за металл.

И все-таки печи Стассано не имели широкого распространения вследствие недостаточного прогрева шлака и металла, а также ввиду частых поломок электродов. В печи Эру более интенсивно нагревался металл и шлак, и потому она получила наибольшее применение.

Печи конструкции Стассано, то есть печи с независимой дугой, где осуществляется косвенный нагрев, когда дуга образуется между электродами на некотором расстоянии от металла, применяются в наше время преимущественно для плавки цветных металлов, в частности бронзы, а иногда и для расплавления чугуна в литейных цехах. Емкость таких печей составляет от 250 до 500 килограммов.

Основоположником электрометаллургии в Италии, наряду со Стассано, называют и Себастьяно Ферранти, который в 1882 году запатентовал новый тип генератора, а в 1887 — электропечь с трансформатором, где вместо вторичной обмотки он использовал металл, поместив его в круглом тигле. Так возникла первая индукционная печь. Одновременно в 1887 году Ферранти в Англии и Кольби в США сделали патентные заявки на индукционную печь.

Электропечь без электродов предложил Фредерик Кьелин (1872—1910), шведский инженер. В конце февраля 1900 года печь была построена в Норвегии и 18 марта дала первую плавку. Сталь получили высшего качества. Металл в этой печи находился в кольцеобразном пространстве, внутри которого помещалась первичная обмотка цепи трансформатора, в то время как кольцо с металлом явилось вторичной

цепью. Печь представляла собой усовершенствование в электрической проводке печи Ферранти и Кольби. Она работала по принципу трансформатора, вторичной обмоткой которого являлся один виток металла, подлежащего расплавлению.

Индукционная печь больших размеров, построенная в ноябре 1900 года, дала лучшие результаты. В ней выплавляли в сутки от 1220 до 1340 фунтов стали. После того как 11 августа сгорел в Гизинге сульфидный завод, на его месте был выстроен завод для получения электростали. Новая печь рассчитывалась на производство 3970 фунтов стали с намерением перерабатывать ежегодно 1500 тонн сырого материала. По заявлению Кьёлина, металл получался замечательного качества, отличался особой твердостью, плотностью, однородностью и вязкостью. Этим способом можно получать, сообщала пресса того времени, сталь никелевую, марганцевую и хромовую.

Сейчас индукционные печи, емкостью от 50 килограммов до 10 тонн, выплавляют высококачественные стали и сплавы особого назначения, например для реактивных двигателей.

Использовать электроток в доменной печи, чтобы очищать чугун от примесей, рекомендовал еще в 1861 году К. Винклер. В 1904 году в Швеции была осуществлена первая опытная электроплавка чугуна. 27 декабря 1908 года на заводе Домнарвет была пущена первая электродомна. Через год в Норвегии были построены первые низкошахтные электропечи для переработки железных руд. Норвежский инженер Георг Тусланд считается пионером электроплавки доменного чугуна.

Русские ученые внесли весомый вклад в развитие электротехники и электрометаллургии. Профессор В. П. Ижевский в 1905 году впервые применил проводники второго рода, ныне используемые во многих электропечах. Он же в 1907 году предложил оригинальную электропечь сопротивления. Она испытывалась на Брянском заводе под руководством И. П. Бардина. Печь была цилиндрической формы, вращающаяся. В работе ее использовалось интересное физическое явление: при нагреве до высокой температуры огнеупоры начинают хорошо проводить ток. На свое

изобретение Ижевский получил в 1907 году американский и германский патенты.

Русские ученые и инженеры разработали несколько оригинальных конструкций электроплавильных печей: А. Н. Лодыгин (1908), С. С. Штейнберг и инженер Грамолин (1914), Г. Е. Евреинов и С. И. Тельный (1917). В 1921 году профессор Г. Е. Евреинов изобрел электропечь с вращающейся вольтовой дугой, имевшую значительные преимущества перед существовавшими.

Однако практические успехи в развитии электрометаллургии в царской России были довольно скромными. Промышленные электропечи, импортируемые из-за границы, начали устанавливать в России с 1910 года — на Обуховском и Макеевском заводах. К началу первой мировой войны на русских заводах работало четыре такие печи и производство стали в них составляло 3,5 тысячи тонн, или 0,07 % в общем выпуске стали по стране.

В развитии отечественной электрометаллургии большая заслуга принадлежит ученику Д. К. Чернова замечательному металлургу Николаю Ивановичу Беляеву (1877—1920). В 1916 году он был назначен руководителем строительства крупного электроплавильного цеха. Пущен завод был уже после Октябрьской революции. В ноябре 1917 года на этом заводе, построенном под Москвой около станции Затишье (ныне известный завод «Электросталь»), начала работать первая электропечь, в течение следующего года было введено в действие еще три печи.

Н. И. Беляев был техническим руководителем «Электростали». Он разработал технологию плавки, ковки и термообработки новых марок стали. Эти данные он привел в серии брошюр под общим названием «Электросталь — первый завод специальных сталей в России».

На Парижской всемирной выставке 1900 года электрохимия впервые была выделена в особый класс. Одно это уже указывает, отмечали современники, на то, что этой юной отрасли науки и промышленности придают немаловажное значение.

Электросталеплавильный процесс зародился в странах, отличающихся дефицитом топлива и

обладающих большими запасами электроэнергии. С начала своего появления процесс использовался для производства высококачественных сталей. Хотя большой расход энергии (800 *квт-ч* на тонну стали) и увеличивал стоимость металла, но выгоды от повышения его качества перекрывали все. Число электропечей быстро росло. В 1903 году в Италии было 7 печей. В 1910 году в Европе было уже 94 печи, в 1915 — 155, в 1916 — 209. К 1918 году было 233 печи в США, 117 — в Англии.

Мировое производство электростали изменялось следующим образом. В 1913 году было произведено около 200 тысяч тонн стали. Первая мировая война и вызванный ею спрос на качественный металл для производства вооружения способствовали развитию электрометаллургии. К 1916 году производство электростали превысило производство тигельной стали. В 1918 году мировая выплавка электростали увеличилась до 1,2 миллиона тонн, то есть выросла по сравнению с довоенным уровнем в 6 раз.

После войны, до 1925 года, наблюдался некоторый спад в производстве электростали. В 1937 году капиталистический мир производил уже 3,7 миллиона тонн, в том числе США — 860, Германия — 636 тысяч тонн.

Вторая мировая война снова вызвала подъем электрометаллургии: 1943-й год — 11,2 миллиона тонн в капиталистическом мире, в том числе США — 4,2, Германия — около 2, Англия — 1 миллион тонн.

После второй мировой войны — новый скачок, вызванный гонкой вооружения и потребностями ряда отраслей промышленности. В настоящее время в электропечах выплавляется около 14,5% мирового производства стали. В Швейцарии и Норвегии вся сталь выплавляется в электропечах. Высокий удельный вес электростали сохраняется в металлургии Финляндии — 75%, Швеции — 45,5, Италии — 40, Японии — 16,8, Англии — 19,8, США — 15,2%.

К 1929 году в СССР работало лишь 20 электропечей, исключительно заграничной постройки. Первый опыт постройки советской электропечи конструкции Г. Е. Евреинова и С. И. Тельного был произведен в 1926 году на Харьковском заводе ГЭТ. Печь привлек-

ла внимание за границей. Германская фирма приобрела патент на нее с целью постройки в других странах. В 1929 году две такие печи действовали в Берлине и две в СССР: одна работала в Харькове, другая находилась на испытании в Московском институте металлов.

В ходе выполнения двух первых пятилеток число электропечей на «Электростали» непрерывно увеличивалось. Росла и садка печей. Сооружались электропечи и на других заводах. Уже в 1935 году СССР вышел на второе место в мире по производству электростали. На 1 января 1959 года всего в СССР было установлено 887 печей, из них 103 на заводах черной металлургии. В 1968 году произведено 9,5 миллиона тонн электростали, или 9% к общей выплавке стали в стране.

Наибольшее развитие из всех типов получили дуговые печи. Постоянно рос их тоннаж, что вело к снижению себестоимости стали. В годы первой мировой войны дуговые печи давали за одну плавку 5—6 тонн. Перед началом второй мировой войны емкость самых крупных печей США, Германии и Швеции не превышала 20—25 тонн. В 1957 году в США работали две дуговые электропечи емкостью по 180 тонн каждая. В Советском Союзе к 1969 году вошла в действие электропечь «ДСП-200» с годовой производительностью 250—300 тысяч тонн высококачественной стали.

Электросталеплавильный процесс является сейчас надежным способом получения высококачественных марок сталей.

ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО

В 1885 году выпускник Петербургского горного института В. Е. Грум-Гржимайло получил направление на далекий по тем временам Урал.

Жарким июльским полднем к Нижнему Тагилу подходил пермский поезд. У окна вагона, вглядываясь в приближающееся громадное селение, стоял молодой человек в форменной тужурке горного инженера. На фоне деревянных домиков с тесовыми

воротами выделялась церковь, на горизонте виднелись гора Высокая, Лысая гора с пожарной колокольней, далее Голый камень и вершины Уральского хребта. Юноша заметно волновался. Да это и понятно: молодой инженер, утвержденный в этом звании всего лишь двадцать дней назад, уехал на Нижнетагильский завод наследников П. П. Демидова, не дожидаясь приказа об определении на службу по горному ведомству.

Селение Нижний Тагил по числу жителей (в 1885 году там насчитывалось около 30 тысяч человек) соперничало с такими городами, как Пермь и Екатеринбург, и превосходило по численности населения и промышленному развитию уездный город Верхотурье.

Службу свою Владимир Ефимович начал в должности практиканта. Для деятельного человека работа эта была тягостной и неинтересной. Ему предоставлялось право присутствовать на заводе, наблюдать, как работают, и только. Молодому инженеру не терпелось проверить свои знания на деле. Жалобы практиканта на безделье, видимо, дошли до управляющего. Тогда Владимиру Ефимовичу поручили перепроектировать доменную печь № 4 для выплавки ферромарганца. Здесь можно было проверить свои способности, глубже познать заводское дело.

На постройке «доменки», как ласково называл Владимир Ефимович маленькую печь, он проводил дни и ночи и скоро довел строительство до конца. Задувку печи поручили ему же, причем в официальной бумаге управитель рекомендовал «соблюдать должную осторожность». Дело в том, что проектант построил печь с полным газоотводом для нагрева воздухонагревателя — конструкция, непривычная для уральских заводов.

Управитель завода П. С. Степанов боялся взрыва и перед пуском газа не вошел в цех, скрылся и механик, а за ним и надзиратель. Владимир Ефимович остался с уставщиком (начальником цеха). Сам закрыл домну, прикрыл газопровод, все клапаны и пустил газ в воздухонагревательный аппарат. Все обошлось благополучно. Хлопков не было. Тогда появилось начальство.

Это был первый и немалый успех молодого спе-

циалиста. Он остался работать на перепроектированной им печи. Здесь для молодого талантливого инженера появилась возможность поиска и эксперимента. Правда, экспериментировать в условиях отсталости и косности, царивших тогда в уральской металлургии, было не так-то легко. В 1896 году на Нижнетагильских заводах побывал будущий ученый Михаил Александрович Павлов. Во всем Тагильском округе он нашел лишь одного инженера, который занимался техникой, интересовался ею и говорил о ней. Это был Владимир Ефимович Грум-Гржимайло, его товарищ по институту.

Молодой инженер, с трудом преодолевая рутину, доказал, что обладает твердой волей, знаниями, смелостью и инженерной интуицией. В 1886 году его назначают надзирателем прокатного цеха в Нижней Салде и техническим помощником К. П. Поленова — управителя завода. Нижнесалдинский завод в то время по своим масштабам был крупнее Нижнетагильского. Здесь в десять раз больше производилось чугуна (почти миллион пудов), из него изготовлялось более 775 тысяч пудов стальных рельсов и около 11 тысяч пудов сварочного железа.

Дело на заводе было поставлено из рук вон плохо. В своих воспоминаниях «Недавнее, но безвозвратно умершее прошлое» Владимир Ефимович писал: «Избитые, изработанные машины работали только из любезности и постоянно ломались. Запасных частей не было. Ремонт гнали денно и нощно. Все это создавало на заводе атмосферу неуверенности в завтрашнем дне. К прокатной машине, работавшей на 110 оборотах с замедляющей парой шестерен, подойти было страшно. Пара шестерен, сидящая между маховиком и станом, часто разлеталась в куски, угрожая жизни машиниста в то время, когда эти куски, пудов по 50 весом, летели по касательной».

Целыми днями ходил Владимир Ефимович по заводу, изучая и ремонтируя машины. Вечерами сидел над чертежами, над книгами, отчетностью. При первой же поломке и ремонте сказал рабочим:

— Не торопитесь. Чините, как следует. Если нужно, разберите всю машину, но чтобы было на совесть.

Рабочие сначала не понимали. Как не торопиться? А барин?

— Не ваше дело. С Поленовым говорить буду я.

Шел месяц за месяцем. Суеты стало меньше, порядка — больше. И однажды с управителем состоялся памятный для молодого специалиста разговор. При встрече Поленов задал, как всегда, обычный вопрос:

— Как дела?

— Хорошо, все исправно.

— Господи! — воскликнул управитель.— Что за счастливый день сегодня! Вы, Владимир Ефимович, в Салде семь месяцев. Я каждый день спрашивал вас и каждый раз слышал: скверно, скверно, скверно! И вдруг сегодня — хорошо! Удивительно! Дай бог и впредь то же от вас слышать.

И потом Константин Павлович частенько говаривал своему помощнику:

— Что это, Владимир Ефимович, у вас никаких неприятностей по заводу нет? Уж больно все спокойно, не быть бы беде!

Но Грум-Гржимайло был спокоен. Он жил жизнью завода, знал каждый его уголок, каждое больное место. Учился сам, учил машинистов, слесарей. М. А. Павлов, посетивший Нижнюю Салду, писал, что «весь завод был полон работ Грум-Гржимайло. Он сделал все, что только можно было сделать».

В 1875—1876 годах К. П. Поленов ввел способ бессемерования с подогревом жидкого чугуна в пламенной отражательной печи перед продувкой его в конверторе. Интересен рассказ Владимира Ефимовича о зарождении этой идеи в Нижней Салде. Как это нередко бывает, помог случай.

Строителем бессемеровской фабрики в Нижней Салде был инженер Ф. Вальтон, бывший директор французского завода Тер-Нуар. Он учил салдинцев бессемерованию. В Нижней Салде чугун до заливки в бессемеровскую реторту предварительно подогревали в отражательной печи. Вальтон очень боялся выгорания кремния и заставлял выпускать чугун в реторту тотчас после расплавления его в печи. Однажды у реторты пробило сальники, и чугун передержали в печи два часа. Сильно перегретый металл хотели выб-

росить, но потом решили все-таки продуть. Операция против ожидания прошла блестяще.

К. П. Поленов использовал этот случай для подтверждения своей теории перегрева малокремнистых чугунов, положив тем самым начало новому способу производства металла — русскому бессемерованию. Этот вариант бессемерования позволил расширить гамму перерабатываемых чугунов и сократить время продувки. Когда Владимир Ефимович приехал в Нижнюю Салду, он стал изучать новый способ и скоро дал ему теоретическое обоснование. В результате появилась его первая научная работа «Бессемерование на Нижнесалдинском заводе». Статья была опубликована в № 7—8 «Горного журнала» за 1889 год. Она была перепечатана зарубежными журналами и своим теоретическим содержанием принесла автору мировую известность.

В 1907 году Владимир Ефимович получил приглашение на кафедру металлургии стали Петербургского политехнического института. Ему присуждают звание адъюнкта, а затем избирают профессором металлургии. Начинается период научно-педагогической деятельности. Тяга к творческой деятельности, к центрам научной жизни, стремление сказать свое слово в металлургической науке — вот, пожалуй, главные причины принятия решения, коренным образом меняющего его жизнь. А сказать ему в науке уже было о чем. Накопились многие наблюдения, оформились мысли, имелись первые серьезные публикации.

Академик А. А. Байков сообщал: «Несмотря на то, что до этого времени В. Е. Грум-Гржимайло никогда не занимался преподавательной деятельностью и был далек от академической обстановки, он с первых же лекций и занятий проявил себя как выдающийся профессор и производил на аудиторию неотразимое впечатление, и в самом скором времени в глазах и профессуры, и преподавателей, и студенчества сделался гордостью и украшением института».

Лекции всегда велись им с использованием наглядных пособий — рисунков, чертежей, коллекций образцов, моделей. Профессор сам создал весьма остроумную модель мартеновской печи с движением в ней легкой жидкости, наглядно подтверждавшей его

теорию о законах движения газов в пламенных печах. Владимир Ефимович был одним из первых поборников организации в вузах лабораторий с практическим уклоном. Он лично участвовал в составлении учебных планов и программ, проведении лабораторных занятий студентов, а также уделял внимание вопросам подбора оборудования и приборов лабораторий.

Огромной заслугой ученого явилось создание гидравлической теории металлургических печей, совершенно по-новому поставившей вопросы конструирования многих металлургических агрегатов. Размышления над этим начались еще во время работы Владимира Ефимовича на уральских заводах. Когда он впервые попал в Нижнюю Салду, то застал такую картину: все пламенные металлургические печи строились и содержались в порядке стариком — уставщиком каменных работ П. Ф. Шишариным. Ни управитель, ни другие служащие, ни молодой инженер ничего в печах не понимали. Все держалось на голой эмпирике, на жизненном опыте старого мастера. На расспросы Владимира Ефимовича Шишарин отвечал: так делать нельзя, печь не пойдет; нужно делать так и так. Почему — этого он не знал.

Владимир Ефимович начал учиться у Шишарина печному делу. Но не ранее 10 лет учебы инженер осмелился вставить свое слово, сделать свое предложение. Только через 15 лет он предложил первый проект, который Шишарин забраковал. Вскоре после этого мастер умер. Полтора года построенную печь Владимир Ефимович ломал и вновь строил, добиваясь лучших результатов. Постепенно он приходил к мысли о гидравлической теории.

Эта теория уподобляет движение горячих газов в печах движению жидкостей. Основным ее положением, говоря словами автора, является то, что «движение пламени в печах есть движение легких жидкостей в тяжелых». Первое упрощенное понимание этого положения можно получить, взяв модель печи и перевернув ее вверх дном, предположить, что в топку льется вода. Тогда движение этой воды в перевернутой печи будет подобно движению пламени в работающей печи.

Гидравлическая теория печей в свое время произвела переворот в печестроении, превратив его из искусства мастеров, овладевших им ценой многолетнего опыта и многочисленных ошибок, в точную науку. Многие годы теория верно служила металлургам и печникам других отраслей промышленности. Позже стали раздаваться критические замечания в адрес теории. В полемическом запале ее называли даже вредной и тормозящей развитие металлургии. Однако дело было не в ошибках автора теории, а просто с переходом к более мощным печным агрегатам с принудительным движением газов гидравлическая теория не сохраняла своего всеобъемлющего значения. Здесь требовались новые методы расчета. Но как первая научно обоснованная теория, полностью оправдавшая себя на практике на определенной стадии развития металлургии, она явилась одним из этапов развития печной теплотехники.

Крупнейшей научной заслугой ученого явилось применение в 1908 году законов физической химии — принципа ле Шателье и закона действия масс — к объяснению сталеплавильных процессов. Подробное изложение этих вопросов было сделано им в курсе лекций «Производство стали», который, по словам А. А. Байкова, представляет собой единственное в своем роде произведение в металлургической литературе.

В предисловии к монографии «Производство стали» (1925) автор рассказывает о зарождении и развитии идеи.

Еще во время службы на Алапаевских заводах, по рекомендации друга и сослуживца И. А. Соколова, Владимир Ефимович познакомился с учением о равновесии голландского химика Вант-Гоффа. С первых же страниц его книги «Химическое равновесие в системах газов и разведенных растворов» (издано в Москве в 1902 году) Владимиру Ефимовичу стало ясно, что ключ к решению многих задач производства стали надо искать в физической химии. Перейдя на преподавательскую работу, он занялся изучением вопроса о применении законов физической химии к производству стали. Это было очень увлекательное занятие. Туман, окружавший инженера 22 года рабо-

ты на заводах, стал рассеиваться, и выяснилось, что производство жидкой стали есть великолепная иллюстрация принципа ле Шателье.

Учителем, в совершенно новой для профессора области — физической химии, стал его друг и товарищ А. А. Байков. В трудные минуты сомнений Владимир Ефимович шел к нему, рассказывал случаи практики, свои догадки и гипотезы, и они вместе находили нужные объяснения.

Не без волнения приступил профессор к чтению своего курса в 1908 году, ему было ясно, что он стоит на твердой почве, но могли быть частичные ошибки. Это заставляло его ограничивать издание литографированных записок своих лекций и откладывать их печатание. Он ждал суда своих учеников. Многие из них уже давно вышли на практику и сделались специалистами-сталеварами. Учитель ждал, что они скажут о его изложении производства стали. «Теперь, когда мои ученики удостоверили, что они не знают ни одного случая, когда бы излагаемая теория оказалась ложной и ввела бы их в заблуждение, я печатаю свой курс»,— пишет автор в предисловии.

Принципы физической химии сформулированы Вант-Гоффом и ле Шателье для равновесной системы, где реакции закончились, температура установилась, давление и концентрации неизменны. Владимир Ефимович проявил научную смелость, применив этот принцип к стальной жидкой ванне — системе, находящейся в подвижном равновесии.

Здесь реакции идут очень энергично, стальная ванна непрерывно меняет свой химический состав, постоянно приближаясь или удаляясь от своей точки равновесия. Применительно к этому Владимир Ефимович так сформулировал закон подвижного равновесия: во всей системе устанавливается равновесие, соответствующее данной температуре, давлению, и всякое изменение этих факторов в ту или другую сторону вызывает развитие реакций обратного направления.

Последние годы жизни Грум-Гржимайло провел в Москве, где при научно-техническом отделе ВСНХ основал Бюро металлургических и теплотехнических конструкций (ныне «Стальпроект»). За четыре года

деятельности Бюро под руководством Грум-Гржимайло спроектировало около 400 печей и других установок. Сейчас эта организация выросла в проектный институт общесоюзного значения.

В 1925 году Грум-Гржимайло был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. Осенью 1925 года был командирован Академией наук в Париж на конференцию металлургов.

Заветом нашей молодежи остаются слова В. Е. Грум-Гржимайло: «Каждый человек должен внимательно отнестись к своим способностям и упражнять их, работать всю жизнь в раз принятом направлении, со всей добросовестностью и всеми усилиями, на которые он способен. Из него, может быть, не выйдет поэта, большого ученого, изобретателя, но всегда выйдет заметный человек, которого будут ценить и уважать современники».

КУРАКО

Подъем русской металлургии в конце XIX века был связан с появлением нового металлургического района на юге России. Здесь в 1871 году русский капиталист Пастухов основал Сулинский завод для плавки чугуна на донецком антраците. Однако быстрое развитие южной металлургии началось лишь после активного притока иностранных капиталов в этот район.

Англичанин Джон Юз получил от царского правительства бесплатно землю и каменноугольные участки для завода и шахт, концессию для постройки железной дороги протяженностью в 85 километров, право получать в течение 10 лет гарантированную плату по 50 копеек за каждый пуд сданных правительству рельсов.

В 1870 году в Таганрогском порту сгрузили с английских кораблей машины и оборудование для первого иностранного завода. На волах до Юзовки (ныне Донецк) везли все оборудование по непролазной грязи. Даже кирпич доставляли из Англии. Оттуда же прибыл полный штат опытных рабочих и мастеров. Чернорабочих завербовали в северных русских

губерниях. В январе 1872 года в Юзовке была задута первая на юге России коксовая доменная печь.

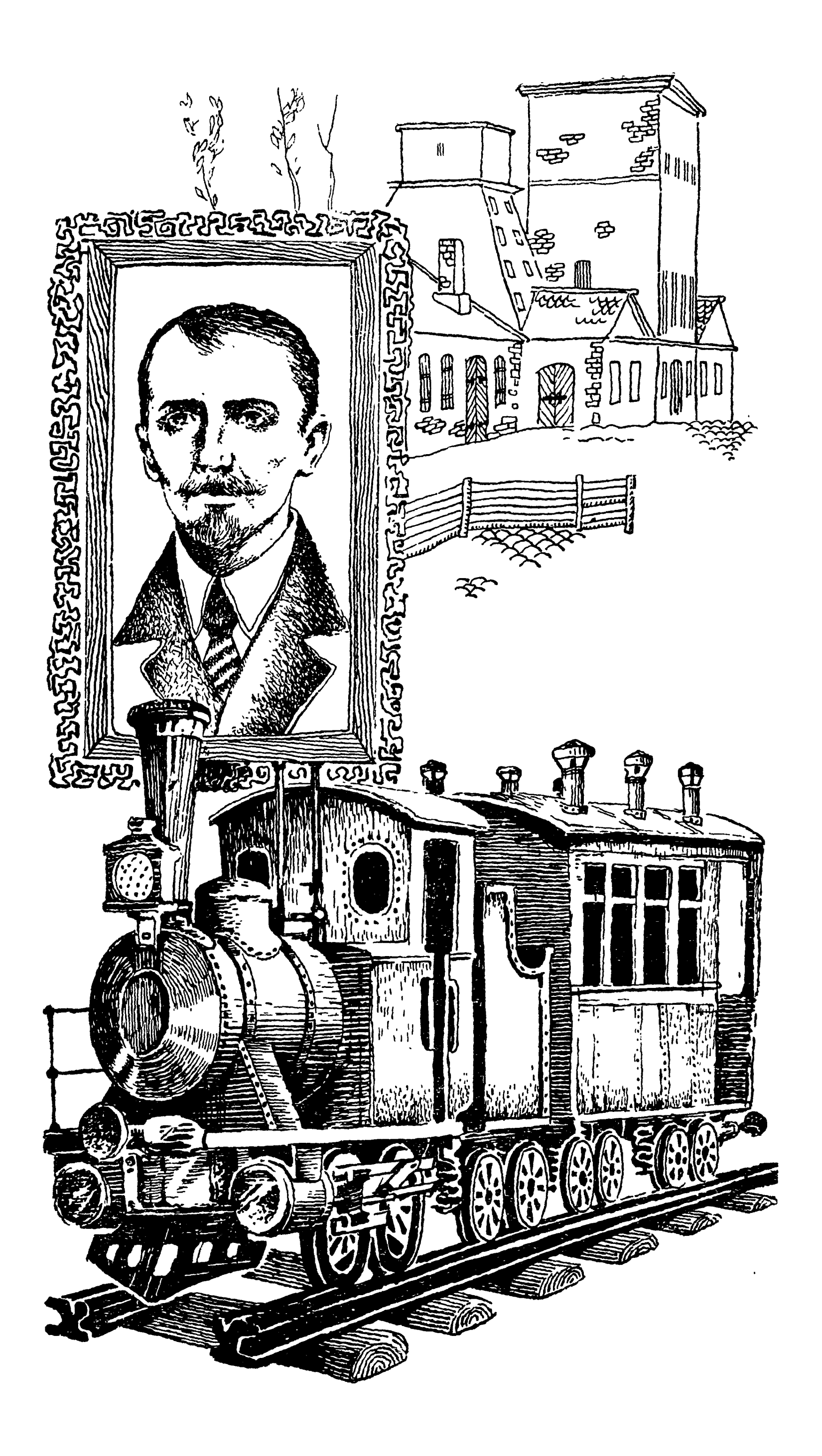
К началу XX века на юге России имелось 17 крупных металлургических заводов. Все они были привезены на юг из-за моря и только 4 из них были основаны с участием русских капиталистов. В постройке заводов участвовали также французские, бельгийские, американские капиталы. В. И. Ленин в книге «Развитие капитализма в России» писал об этом периоде: «В Южную Россию целыми массами переселялись и переселяются иностранные капиталы, инженеры и рабочие, а в современную эпоху горячки (1898) туда перевозятся из Америки целые заводы. Международный капитал не затруднился переселиться внутрь таможенной стены и устроиться на «чужой» почве: ubi bene, ubi patria... (— где хорошо, там и отечество. — *Ред.*)» [1].

За два-три десятилетия конца XIX века вся южнорусская металлургия оказалась в руках иностранцев.

Герой этой главы впервые появится перед читателем в доменном цехе Никополь-Мариупольского завода (ныне завод им. Ильича), который в 1896 году построили американцы целиком из оборудования, привезенного из-за океана. В 1898 году строители закончили передачу завода Никополь-Мариупольскому акционерному обществу. Ведение печей взяли на себя французы и поляки — русских в то время не подпускали к руководству производством. Однако не все иностранцы были хорошими знатоками своего дела. Нередко чванливые и заносчивые мастера не могли справиться с расстройством хода доменных печей. Особенно их часто ставили в тупик козлы — самая страшная авария для доменщиков. Для ликвидации козла — застывшей в печи массы металла и шлака вместе с сырыми материалами — приходилось иногда разбирать доменную печь и после удаления козла делать новую кладку. Операция долгая и убыточная.

Перед такой необходимостью и оказались однажды в доменном цехе Мариуполя (ныне — Жданов). Две печи сразу вышли из повиновения. Директор находился в отчаянии от неминуемых огромных убытков, когда к нему в кабинет явился рабочий.

[1] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 3, стр. 488—489.



— Могу ли я переговорить с мосье директором? — обратился он по-французски.

— Кто ты такой и что тебе нужно?

— Ты должен меня знать. Я горновой второго номера. Берусь наладить печи

— Что? Какие печи?

— Обе!

Горновой и трое подручных трое суток бились над печью. Козел, какого в России никто никогда не расплавлял, побежден. Кувалдой, ломом, нефтяной форсункой горновой пробил и прожег в застывшей массе узкий канал от фурмы к выпускному отверстию. По капле, по ложке, по ведру спустил из печи глыбу козла.

Это произошло в 1898 году. Горновым был Михаил Константинович Курако, позже ставший знаменитым металлургом-самоучкой. Тот самый Курако, о котором академик И. П. Бардин говорил как о фигуре колоритнейшей и романтичной в истории металлургии.

Сын помещика, воспитанный дедом-самодуром, отставным генералом, начитанный юноша обладал своенравным характером, смелостью и независимостью. Из кадетского корпуса, а затем и из гимназии его исключили за неповиновение. Из уездного же земледельческого училища он бежал сам, бросив родительский дом. Вместе с молочным братом М. Максименко (сыном кормилицы) он в 1890 году поступил чернорабочим в доменный цех Александровского завода.

Начал работу ка́талем, на обязанности которого лежала подача материалов в доменную печь. На эту работу брали только сильных и выносливых — не каждый может в течение смены нагрузить на «козы», перевести и разгрузить около 2000 пудов железной руды.

Случайно Курако получил более легкую работу. Ему поручили отбирать пробы жидкого чугуна и шлака. Доменная печь, жидкий металл и шлак произвели на него огромное впечатление. Познакомившись с лабораторией, он понял, что химия поможет ему узнать доменный процесс. Стал разыскивать техническую литературу и читать.

Однажды мастер доменных печей Власыч предложил Курако для пробы закрыть вручную летку. Операция прошла быстро и точно. С этого дня его поставили горновым.

Жажда опыта и знаний заставляли Курако переходить с завода на завод. В 1892 году он уже работал горновым на Гданцевском заводе, в 1898 — попал на Мариупольский завод, где и произошла описанная выше сцена в кабинете директора.

К этому времени Курако многое узнал путем самообразования. Изучил химию, физику, лабораторное дело, совершенствовался в иностранных языках. Неплохо знал литературу, историю, философию, интересовался социально-экономическими вопросами. Выдающиеся способности и глубокое знание практики доменного производства привели к тому, что Курако, не имея специального образования, стал первым русским доменным техником на иностранных заводах юга России. В Мариуполе, после расплавления козла, Курако назначили обер-мастером доменного цеха. Он так умело устранял неполадки в доменных печах, что слава о нем разнеслась по всему югу. К нему обращались за помощью надменные директора-иностранцы.

В одном из таких случаев Курако успешно справился с козлом на бельгийском заводе и заставил хозяев, скрепя сердце, выдать ему аттестат с печатью на фирменном бланке такого содержания: «Выдано доменному мастеру Мариупольского завода Михаилу Константиновичу Курако в удостоверении того, что на заводе «Русский провиданс» ему поручена была печь с «козлом» и благодаря его умению через три дня пошла нормально...»

Это был триумф Курако. Заводчики охотились за ним. В 1902 году немец Томас, директор Краматорского завода, подал для Курако и его бригады даже специальный поезд из паровоза и одного вагона. Две печи стояли. Только Курако смог дать им жизнь. Ему предложили должность начальника доменного цеха. Курако соглашается и при этом выговаривает себе право полностью распоряжаться в цехе и перестраивать печи по своему усмотрению. Директор-немец против механизации.

— Зачем вам это нужно? — спрашивает он.— Русский лапоть — самая дешевая механизация.

— Когда лаптем бьют по морде,— ответил побледневший Курако.

Директор успокаивает дерзкого доменщика: половина прибыли, которую даст Курако, пойдет на реконструкцию печей.

Новый начальник цеха привез из Мариуполя свой штат — 18 человек и М. Максименко поставил горновым. В 1903 году Курако сконструировал и построил первый в России наклонный подъемник с автоматическим распределением шихты. В день задувки печи после перестройки на завод приехал окружной инженер и попросил Курако предъявить диплом. В ответ Курако продемонстрировал очередную дерзость. Он прыгнул на трубу газопровода и подбежал к предохранительному клапану. Опершись ногой о рычаг, крикнул горновому:

— Дай газ!

Хлопка не было.

— Вот мой диплом!

Доменщики кинулись его качать.

Курако на посту начальника доменного цеха открыл собой список русских специалистов, заменивших иностранцев на ответственных постах. Одновременно с Курако у южных доменных печей работало несколько русских инженеров: Россинский, а затем Семашко — на Днепровском заводе, Брезгунов — на Макеевском и Сулинском заводах, Саркисьянц — на Петровском, Свицин — на Брянском и Керченском заводах, Козакевич — на Дружковском, Таубе — на Юрьевском. Эти инженеры были пионерами в долголетней борьбе с иностранным засильем на южных заводах.

Смелый новатор всю жизнь боролся за свою заветную мечту — построить в России огромный металлургический завод с большими печами, где все процессы будут механизированы. Он работает над проектом завода, собирает чертежи. Знаменитый куракинский альбом чертежей занимал несколько пузатых папок. В нем были собраны чертежи из заграничных и русских журналов, книг и заводских архи

вов. Второй такой альбом в России имелся еще у профессора М. А. Павлова.

Но в условиях царской России и при засилье иностранного капитала нет простора для осуществления смелых идей Курако. И все-таки, хотя бы по частям, он внес важные усовершенствования в доменное дело.

Все южные заводы того времени, а также и наши советские домны оборудованы горнами, фурмами, желобами и холодильниками конструкции Курако. Он ввел 4 стандартные марки фасонного огнеупорного кирпича, что сократило время капитального ремонта печи вдвое. Изобретенный им колошниковый прибор позволяет правильно распределять загружаемую в домну шихту.

В революционные дни 1905 года Курако, начальник доменного цеха, выбран начальником боевой дружины завода. Полученное по наследству от отца имение он отдал крестьянам. За участие в революционных событиях бунтарь-металлург в 1906—1909 годах отбывал ссылку в глуши Вологодской губернии. Там он продолжал свое самообразование.

Он читал Шиллера и Гегеля, Смита и Канта, Вольтера и Маркса.

Как-то Бардин спросил у Курако, где он учился.

Курако улыбнулся:

— Я окончил николаевскую академию.

— Это в Петербурге?

— Нет, в Архангельске. Я там учился три года. Великолепная академия. Николай меня туда устроил.

После паузы Курако закончил, рассмеявшись:

— Это, пожалуй, лучший университет, какой придумало правительство. Форма, правда, неважная, совсем не для щеголей — серый арестантский халат.

После ссылки Курако поступил на Юзовский завод, сначала помощником начальника доменного цеха, а потом до 1913 года — начальником. Здесь он перестроил две печи — ввел наклонные подъемники, американские глубокие горны, пушки для механизации забивки летки после выпуска. Печи шли ровно, вдвое увеличился выпуск чугуна.

За три года работы на заводе Курако дал югу двух начальников доменных цехов, трех помощников и шесть горновых. Создал школу доменщиков — «ку-

ракинскую академию», из которой вышли крупные инженеры, профессора и академики: И. П. Бардин, М. В. Луговцов, Г. Е. Казарновский, М. Ф. Жестовский, И. Г. Кизименко, В. Е. Гребенников и др.

Во время первой встречи с И. П. Бардиным, недавно вернувшимся из Америки, Курако с горячей заинтересованностью слушал рассказ о самом большом американском заводе Гери с непрерывным производственным потоком. А рассказчику хорошо запомнился Курако. Среднего роста, жилистый, худой. Твердая изящная походка. Уверенная поступь. Красивой, правильной формы голова, высокий лоб, лицо, слегка покрытое морщинами, но сухое, энергичное. Тонкие губы с опущенными рыжеватыми усами и бородкой. Всегда красные воспаленные веки.

В 1916 году в Енакиево забастовка остановила шесть печей. После победы рабочих Курако за 20 дней расплавил шесть козлов — новый рекорд в его практике. Но такие «рекорды» не радовали знаменитого доменщика. Мечта о больших механизированных домнах в царской России оставалась неосуществимой. Печи он переделывал, а по наклонным мостам ка́тали снова двигали свои тачки вручную, чугунщики клещами волокли горячие чушки. Не строят бункеров, не ставят разливочных машин — нет и в помине американского непрерывного потока. Хозяев устраивает и такая техника.

Закончив переделку печей, Курако оставляет И. П. Бардина начальником цеха, а сам уезжает. В Юзовке его застает телеграмма с просьбой Акционерного общества «Копикуз» немедленно прибыть в Петербург для переговоров о строительстве завода-гиганта в Кузнецком бассейне. Общество «Копикуз» было организовано перед первой мировой войной с целью постройки в Сибири металлургического предприятия на базе кузнецких углей. Обрадованный Курако сразу же отправляется в путь. С ним едут его сподвижники — инженеры М. Ф. Жестовский, Г. Е. Казарновский и др. В Томске Курако с увлечением принимается за проектирование нового доменного цеха без ка́талей и чугунщиков, людей опасного и тяжелого ручного труда. Однако обществу

«Копикуз» крупное строительство в неосвоенном районе оказалось не по зубам.

М. К. Курако работал над рукописью «Конструкции доменных печей». К сожалению, труд двух лет пропал — рукопись потерялась во время ограбления квартиры еще при белых. Во время гражданской войны куракинцы находились на Гурьевском заводе. В лунную декабрьскую ночь 1919 года, зарывшись в модельном цехе в стружки, выжидали они ухода белых.

С приходом Красной Армии М. К. Курако ввели в члены Кузнецкого ревкома, назначили председателем уездного совнархоза, управляющим южной группой копей Кузбасса. Он внес предложение о постройке завода на кузнецких углях в Сибири. Советское правительство поддержало его. Он горячо взялся за работу, но в начале 1920 года заболел сыпным тифом и 8 февраля умер в Кузнецке. За три недели до смерти вступил в партию.

Похоронили знаменитого доменщика на самом высоком месте площадки предполагавшегося строительства. В 1934 году на могиле Курако поставили памятник — рельс Кузнецкого металлургического завода. В 1950 году прах его перенесли на площадку существующего Кузнецкого металлургического комбината. На могиле установлен обелиск с надписью: «Великий мастер доменного дела М. К. Курако. 1872—1920».

Воплощение замечательных идей великого мастера доменного дела осталось на долю его учеников. Сибирский завод, о котором он так мечтал, строился под руководством его ученика — И. П. Бардина. В мощных доменных цехах советских заводов реализованы идеи М. К. Курако о максимально возможной механизации труда металлургов.

ПАВЛОВ

Михаил Александрович Павлов (1863—1958) родился на Ленкорани, в местах, весьма далеких от металлургии. По окончании Бакинской гимназии, где он очень увлекался химией, поступил в Петербургский горный институт. В нем существовали две специальности — горная и заводская, то есть металлургия.

Павлов выбрал заводскую, потому что здесь главным предметом была его любимая химия.

Однако доменную печь, агрегат, которому М. А. Павлов посвятил потом все свои исследования, впервые он увидел не в чертеже, а в натуре в 1884 году на юге России, на заводе Юза, куда студентом приехал на последнюю практику. Это была приземистая каменная башня, одетая в сплошной железный кожух с открытым верхом, откуда выбивалось пламя.

Как-то раз у М. А. Павлова завязалась беседа с сыном владельца завода молодым Юзом.

— Даже самый лучший мастер,— говорил Юз,— не сможет объяснить, почему вчера у него домна дала хороший чугун, а сегодня плохой. Управление доменной печью — искусство; оно приобретается долгими годами практики, передается в Англии от отца к сыну, многого в нем объяснить нельзя.

Приблизительно то же говорили им о доменной плавке и на лекциях в горном институте.

Однажды Иван Юз спросил М. А. Павлова:

— Что вы все время ходите в доменный цех? Неужели вам нравится доменное дело?

— Да, нравится.

— Чем? Почему?

— Потому что другие его не понимают и не любят.

— Как так?

— Да так. Вы же сами говорили, что никто — ни один инженер, ни один мастер, ни один профессор — не понимают, что делается в доменной печи. А ведь ею надо управлять!

— Но ведь не вы же будете этим заниматься?

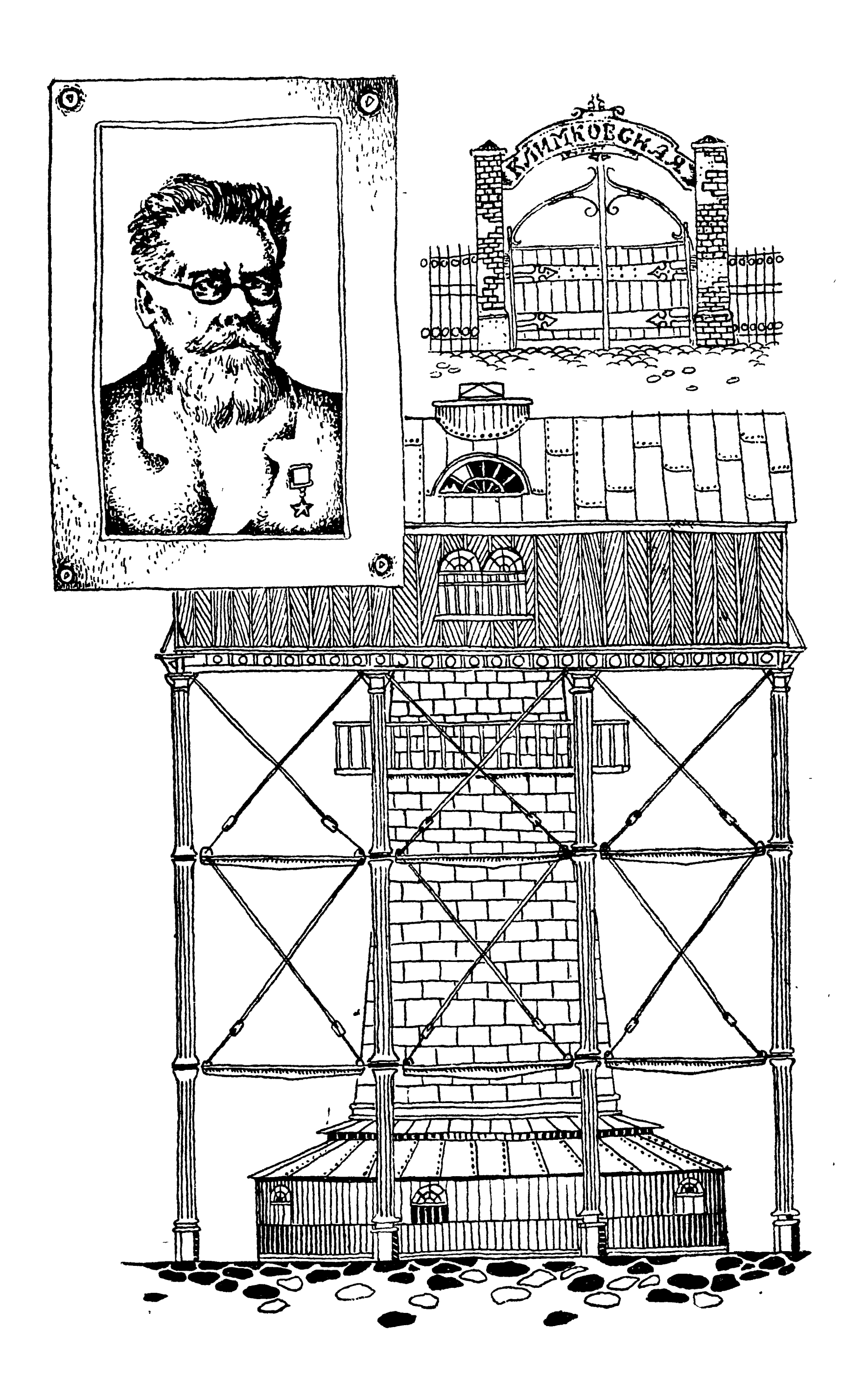
— А почему не я?

— Это довольно трудное дело,— улыбнулся Юз.

— Да, это трудное дело,— согласился Павлов.

Много лет спустя, уже будучи профессором, М. А. Павлов опять встретился с Иваном Юзом.

— Теперь во всех цехах,— говорил Юз,— у нас служат русские инженеры, но только не в доменном цехе. Мы считаем, профессор, что доменную печь нельзя доверять русским.


КЛИМКОВСКАЯ

На этот раз улыбнулся М. А. Павлов. К этому времени уже многие русские инженеры, в том числе и М. А. Павлов, доказали, что могут самостоятельно вести коксовые доменные печи, что они справляются с трудностями доменной плавки лучше иностранных мастеров, работающих в России.

Однако свою заводскую деятельность после окончания в 1885 году Горного института молодой инженер начал на небольших металлургических заводах Омутнинского, а затем Холуницкого горного округа в самой глуши Вятской губернии. Заводики были маленькие, работали старыми процессами. О мартенах и конверторах не знали. Получали сварочное железо пудлинговым процессом. На Кирсинском заводе ему пришлось заняться улучшением работы пудлинговых печей и прокатных станов.

Спустя два года Павлова назначают заведующим доменным производством на Климковский завод. «Наконец-то я попал к доменным печам,— рассказывал он,— туда, куда меня потянуло еще в Юзовке, в студенческие годы. Правда, мои две доменные печи были небольшими древесноугольными... с суточной производительностью в 10 тонн».

Из-за отсутствия хороших огнеупорных материалов для лещади и горна печи часто останавливались на ремонт, и это давало молодому инженеру возможность каждый год обновлять в чем-нибудь печь, менять ее профиль. Но прежде всего он постарался ознакомиться со всей литературой о доменном процессе.

Первые исследования, проведенные непосредственно в металлургических агрегатах, появились в доменном производстве. Потребность в разработке теории этого процесса была наибольшей, так как до появления литой стали чугун был главным продуктом металлургии, да и после долгое время оставался преобладающим по объему выпуска. Лишь в 1915 году мировое производство стали превысило выплавку чугуна.

Немецкий химик Р. Бунзен, разработавший методы газового и спектрального анализов, произвел первое исследование непосредственно в самой доменной печи. В 1838 году он отобрал пробы доменного газа с нескольких горизонтов по высоте печи. Занимаясь

вопросами ценности доменного газа как горючего материала, он нашел, что составной частью доменного газа является CO — окись углерода (около одной трети состава газа).

Французский ученый Эбельман в 1841 году на основании своих исследований пришел к выводу, что восстановителем железной руды в домне является окись углерода CO, а не уголь, как считалось до этого времени. Работы Бунзена и Эбельмана положили начало разработке теории доменного процесса.

Большая заслуга в изучении процесса принадлежала английскому исследователю Л. Беллу, железозаводчику Кливлендского округа, позже профессору, одному из руководителей Британского института железа и стали, с 1874 года — члену Лондонского Королевского общества. Проводя свои исследования в основном в заводских условиях, Л. Белл не имел приборов для точных химических анализов и измерений температур. Но и в этих условиях ему удалось добиться значительных результатов. Он первый установил, какие условия необходимы для успешного хода восстановления окислов железа в доменной печи, нашел также температуру начала восстановления и наиболее интенсивного хода его. В 1862 году Белл опубликовал подробный расчет теплового баланса доменной плавки, в котором были устранены ошибки первого составителя такого баланса Ватера. Этот расчет теплового баланса с внесением исправлений и дополнений Павловым применяется и поныне. В 1884 году Белл выпустил труд «Основы производства чугуна и стали».

Разработкой вопроса о расходе топлива в различных стадиях процесса восстановления окислов железа занимался французский металлург Луи Грюнер. Он показал, что восстановление окислов железа может идти как за счет окиси углерода (косвенное восстановление) с последующим образованием углекислоты, так и за счет твердого углерода с последующим образованием окиси углерода без образования углекислоты (прямое восстановление). Доменная печь, доказывал Грюнер, будет работать тем экономнее, чем меньшее развитие получит прямое восстановление и чем большая часть окислов железа будет восстанав-

ливаться косвенным путем за счет окиси углерода. Исходя из этого убеждения, Грюнер развил ошибочную теорию «идеального хода» доменной печи. По этой теории для наиболее экономичного хода печи следует стремиться к полному устранению прямого восстановления. Автор ряда блестящих работ по теории доменного процесса, Грюнер пользовался среди металлургов большой известностью. Поэтому его теорию «идеального хода» приняли без всякой проверки и в течение ряда десятилетий она была непререкаемым авторитетом для доменщиков. Ошибочность теории «идеального хода» позже доказал М. А. Павлов.

Изучив литературу и пользуясь новейшими рекомендациями о соотношении внутренних размеров печи, М. А. Павлов приступил к «реконструкции» домны Климковского завода. Он добился разрешения несколько увеличить диаметр горна и уменьшить диаметр распара. Объем печи уменьшился, а производительность ее несколько увеличилась. Через год, при очередной остановке печи, он снова увеличил диаметр горна без всяких вредных последствий. В третий раз увеличив диаметр горна, он довел его до 1,8 метра и добился нового увеличения выпуска чугуна. Производительность печи в результате всех изменений повысилась от 600 до 1200 пудов чугуна в сутки, то есть ровно вдвое. А так как объем печи при этом несколько уменьшился, то степень использования объема (по-нынешнему — КИПО) возросла в два с половиной раза.

Так молодой инженер применил на практике свои познания. Накопленный при этом опыт Павлов использовал в разработке проекта новой печи на месте старой, пришедшей в совершенную негодность. В 1891 году первая спроектированная им печь была сооружена. Печь благополучно проработала первую кампанию, и в награду за это Павлов получил 1000 рублей для поездки за границу.

За границей М. А. Павлов посетил крупнейшие города Германии, Франции, Италии. Особенно он стремился попасть в Швецию, производившую высококачественный чистейший металл. За 10 дней поездки по Швеции посетил не менее пяти заводов. Доменная плавка там была стандартизирована. Все швед-

ские печи были похожи одна на другую, оборудованы одинаково, и плавка велась в них одними и теми же методами. Однако анализов колошниковых газов в Швеции не делалось. «В этом отношении,— отметил Павлов,— моя Климковка была впереди не только уральских, но и шведских заводов».

В начале 1896 года Павлов получил приглашение от владельца Сулинского завода Пастухова перейти к нему на службу. Заводу требовался руководитель плавки чугуна на антраците. «Это первое в России и единственное в Европе дело требует опытного руководителя с хорошей научной подготовкой и с практическим знанием»,— писал Пастухов.

Особенности плавки на антраците в Европе никому не были известны. Она применялась только на заводах Восточной Пенсильвании в Америке. М. А. Павлов просит командировку в Америку. Пастухов дает согласие. Перед отъездом за океан Павлов посетил Сулинский завод, чтобы знать, в чем он нуждается, какие испытывает затруднения.

В марте 1896 года он выезжает из Гамбурга в Нью-Йорк. Шесть дней в пути занимался изучением английского языка, составлением маршрута поездки по заводам. В список для посещения Павлов включил все без исключения доменные цехи, работающие на антраците, чтобы не пропустить чего-либо достойного изучения. В ньюйоркской библиотеке он знакомился с литературой по антрацитовой плавке.

За 90 дней он видел не менее 30 антрацитовых печей. Внимательно приглядывался к работе американцев. Чугунщики работали так же, как и в Сулине,— вручную. Горновые почти так же, как в Сулине, применяли лишь на некоторых печах пушки для забивки летки. Ка́тали и завальщики удивляли своей неутомимостью, работали буквально без передышки, так как их на колошнике было всего двое, а у подъемника — не более четырех. По национальности ка́тали — поляки, украинцы из Галиции и венгры. Чугунщики почти исключительно негры. Горн обслуживали американцы или эмигранты высшей квалификации — шведы или норвежцы.

Вначале русского инженера радовал хороший прием на заводах, техническая откровенность американ-

цев. Может, как единственные знатоки антрацитовой плавки они не боялись конкуренции. Но вот Павлов заинтересовался коксовой плавкой. «Когда доменный техник попадает в Америку, он вряд ли упустит случай съездить в Мекку всех металлургов — в город Питтсбург, в окрестностях которого расположено множество крупнейших металлургических заводов». Так писал Павлов, который тоже, конечно, отправился сюда. Ему позволили осмотреть одну печь, но когда очарованный любезностью директора Скотта Павлов попросил разрешения записать некоторые данные, тот ответил:

— Я сказал вам все, что мне разрешено говорить. И даже, пожалуй, больше. Прибавить я ничего не могу, а писать... это запрещает фирма Карнеги...

Так ревниво оберегали американские хозяева свои секреты.

На другом заводе близ Питтсбурга Павлову дали пропуск и приставили к нему в качестве сопровождающего одного из служащих предприятия. «... У него в руках была традиционная «дубинка» полисменов,— рассказывал впоследствии Павлов.— Он идет впереди, я следую за ним. Идем мимо доменной печи; показываю, что мне тут надо задержаться, подняться вверх. Служащий с неудовольствием пожимает плечами... Ослушаться нельзя. Волей-неволей ухожу от доменной печи... Проводник дошел со мной до проходной будки и поклонился: теперь, мол, можешь убираться. Я и убрался. Это посещение произвело на меня тягостное впечатление...»

И все-таки 100-дневная поездка в США дала наблюдательному инженеру немало. Будущий профессор и академик очень внимательно знакомился с выплавкой чугуна на антраците и затем энергично пропагандировал и внедрял у себя на Родине прогрессивные приемы и конструкции.

И снова Сулинский завод. Четыре года потратил Павлов на освоение и совершенствование доменной плавки на антраците. Одновременно он проектирует и строит антрацитовую домну собственной конструкции.

Через 15 лет заводской деятельности опытный ин-

женер получил приглашение в Екатеринославское высшее горное училище. Начинается долгий период научно-педагогической деятельности: с 1900 года — преподаватель Екатеринославского училища, с 1904 по 1941 год — профессор Петербургского (Ленинградского) политехнического института, одновременно в 1921—1930 годах профессор Московской горной академии, в 1930—1944 годах — Московского института стали.

С самого начала своей преподавательской деятельности М. А. Павлов был озабочен мыслью обеспечить студентов, а потом и инженеров пособиями для изучения доменного дела и металлургии стали. В 1902—1904 годах выходят в свет первые в России «Атлас чертежей по доменному производству» и «Альбом чертежей по мартеновскому производству. Мартеновские печи». Атлас и альбом быстро расходятся, особенно охотно их покупают за границей. Автор переиздает их, обновляя и дополняя новыми чертежами.

Занимая профессорскую кафедру, М. А. Павлов одновременно сотрудничал в научных журналах. Он вел обзоры по металлургии железа в «Уральском горном обозрении», «Горнозаводском листке» и «Горном журнале». В 1910 году начал выходить «Журнал Русского металлургического общества» (ЖРМО), и он стал его бессменным редактором до 1929 года — конца существования журнала.

В 1910 году выходит в свет его книга «Размеры мартеновских печей по эмпирическим данным», в 1919 — «Расчет доменных шихт». Но главным трудом М. А. Павлова, итогом всей его жизни явилась многотомная монография по металлургии чугуна. Первое издание монографии было осуществлено в 1924 году. Постоянно развивая и обобщая экспериментальный материал, автор создал фундаментальный труд по металлургии чугуна, состоящий из трех частей: ч. 1. Введение. Сырые материалы; ч. 2. Доменный процесс; ч. 3. Доменная печь.

За научные достижения в развитии теории доменного процесса М. А. Павлов в 1927 году был избран членом-корреспондентом, а в 1932 — действительным членом Академии наук СССР. Михаил Александро-

вич Павлов создал стройную теорию доменного процесса на основе оригинально поставленных исследований и критического обобщения опыта работы доменных печей. Несколько примеров из этой области помогут понять читателю-неспециалисту сущность его идей.

Ошибочность грюнеровской теории «идеального хода», господствовавшей несколько десятилетий, была доказана М. А. Павловым. Он объяснил, что Грюнер рассматривал реакции восстановления окислов железа окисью углерода только с точки зрения прихода и расхода тепла, но совсем упустил из виду вопрос о количестве углерода, который расходуется на восстановление окислов железа в том и другом случае. Соответствующими расчетами Павлов доказал, что наилучший с точки зрения расхода горючего ход доменной печи может быть достигнут только при оптимальном сочетании обоих способов восстановления — прямого и косвенного.

Профессор М. А. Павлов проделал сложную и кропотливую работу по систематизации физико-химических данных, нужных для тепловых расчетов металлургических процессов. Он разработал метод расчета доменных шихт, рекомендовал наиболее рациональные соотношения между основными размерами печей для расчета ее профиля. Все это выводило доменщиков из эмпирики к научным основам организации и управления доменным процессом.

Еще в 1918 году Михаил Александрович принимал активное участие в восстановлении черной металлургии. В 1934—1936 годах под руководством профессора велись исследования работы больших доменных печей Советского Союза. Постройка первых крупных доменных печей в Магнитке и Кузнецке в первой пятилетке вызвала немалые осложнения с их освоением. Не хватало опытных кадров, не было умения и практики работы с гигантами объемом в 1000 $м^3$. Заводские работники в поисках выхода обращались к ученым, которые откликались на зов производственников. Ездил на заводы и академик М. А. Павлов.

Бывший мастер доменной печи в Магнитке Н. П. Сапожников, рассказывая о трудностях освоения новой техники, вспоминает:

«К концу 1934 г. я стал первым горновым. В то время к нам на печь приехал знаменитый ученый, академик М. А. Павлов. Прямо с самолета явился на домну. Ходит вокруг нее, в одну фурму заглянет, во вторую, в третью. Двое суток от нас не отходил. Начальство вокруг него ходило, прямо в рот ему смотрело, а он им рассказывал, что в печи делается: как будто из нее только что сам вышел».

Приезд Павлова на Магнитку был связан с тем, что плохую работу доменных печей периода освоения пытались объяснить теорией мертвой зоны. Теория, зародившаяся в Германии, утверждала, что в мощных доменных печах с диаметром горна более 5 метров газы, образующиеся в зоне горения у фурмы, не способны проникнуть к центру печи. Из-за этого, дескать, температура осевой части печи оказывается пониженной настолько, что чугун и шлак там не расплавляются. Были сторонники этой теории и среди наших доменных техников.

М. А. Павлов с помощью термопары произвел измерение температуры в центре печи. Оказалось, что там она такая высокая, что всякие разговоры о наличии опасной зоны отпадали. Свои утверждения академик проверил в заводских лабораториях, где под его руководством изучались вопросы распределения материалов по сечению колошника, работы горна, шлакообразования и т. д. Исследования показали, что нет оснований опасаться ухудшения работы печей при увеличении диаметра их горна. Позднее опыт работы на печах объемом более 2000 $м^3$ подтвердил, что они могут работать с хорошими технико-экономическими показателями.

Осваивая новую технику, советские металлурги не довольствовались только ее проектной мощностью. Благодаря творческому подходу горновые и сталевары перекрывали практические возможности техники, особенно в связи с развитием стахановского движения. Это было столь мощное и неожиданное движение народных масс в освоении техники, что даже ученые иной раз терялись. Практика работы новаторов рушила все их привычные представления о возможностях агрегатов.

Своими исследованиями Павлов оказывал помощь

в освоении крупных агрегатов. Под его руководством велись исследования доменного процесса в мощных печах, изучалось распределение грузопотока, процессы восстановления железа, шлакообразования. Он вел разработку эффективных мероприятий по интенсификации доменного процесса путем увлажнения дутья, плавки на новых видах топлива, с применением кислородного дутья, с использованием железных руд новых месторождений.

За время практической и научно-педагогической деятельности ученый подготовил тысячи инженеров-металлургов. До конца своей долгой жизни он сохранял ясность мыслей. Накануне 94-летия академик дал интервью корреспонденту «Промышленно-экономической газеты».

— Каково ваше мнение о перспективах дальнейшего увеличения объема доменных печей? — спросил журналист.

Глава школы советских доменщиков сказал так:

— Прежде чем ответить на этот вопрос, я хочу вкратце напомнить историю развития доменных печей в нашей стране. Полезный объем первой доменной печи, на которой я начал работать в 1877 году, составлял 72 $м^3$. А последняя печь, за действием которой я наблюдал, была объемом 1300 $м^3$. Как инженер, я никогда не считал, что размер доменной печи имеет какой-то предел, и постоянно вел борьбу с предельческими настроениями... В последнем выпуске атласа к III тому «Металлургия чугуна» — «Доменная печь» — помещен профиль печи объемом в 1700 $м^3$. Считаю, что Гипромез должен как можно скорее выполнить рабочий проект печи такого объема и подготовить проектное задание для печи в 2200 $м^3$.

Дальнейшее развитие доменного производства в нашей стране идет именно в этом направлении — объем доменных печей постоянно увеличивается.

МАЗАЙ

В годы первых пятилеток в Советской стране строились заводы-гиганты, появлялись мощные доменные печи и мартены. В освоении новой техники, в лучшем использовании агрегатов старых рекон-

струируемых заводов принимали самое активное участие широкие рабочие массы.

Трудовой энтузиазм тружеников нового социалистического общества нашел свое выражение в повышении производительности труда. Борьба за новую технику и новые нормы труда вылилась в форму стахановского движения. Новаторское начинание было подхвачено во всех отраслях. Стахановцы появились и среди металлургов. Имена их были известны всей стране — о них писали в газетах, рассказывали в книгах, их выбирали в органы народной власти.

Есть прямая связь новаторов XX века с умельцами старой России — И. Ф. Макаровым, С. И. Бадаевым, В. С. Пятовым и другими. Всех их роднит общая черта — тяга к совершенствованию производства, его дальнейшему развитию. Но какая разная судьба у них! Если о русских сталеварах прошлого мы с трудом добываем сведения из архивных документов, то о наших современниках знает весь народ. Имена металлургов-новаторов в Советской стране стоят в одном ряду с именами инженеров и ученых, создателей новых процессов и агрегатов.

Ярким примером этому может служить биография замечательного сталевара-новатора, путь которого в металлургии был типичным для многих в те бурные годы развития советской промышленности.

Макар Никитович Мазай (1910—1941) вырос в бедной, безземельной семье на Кубани. В школу ходил года полтора, выучился только читать и писать. Сын красноармейца, зарубленного белыми в 1919 году, он рано вынужден был взять на свои плечи все тяготы тогдашней крестьянской жизни. С десяти лет батрачил у кулаков.

Однажды соседка, приехавшая из Мариуполя, рассказала, что там «сильно нужны» рабочие на заводе. И решил Макар с дружками податься в город на заработки. Устроились впятером в мартеновский цех Мариупольского завода подсобными рабочими. Дело непривычное: горячее и тяжелое производство пугало. На другой день его дружки не пришли в цех — отправились искать работу полегче. Макар решил держаться, спросил сталевара:

— Сколько дней понадобится, пока мне самому позволят сталь варить?

— Раньше бывало,— усмехаясь, ответил сталевар,— за двадцать, тридцать годков человек добирался до этого поста. Тебе сейчас сколько — двадцать? Ну, вот присмотрись к сталеварам, моложе сорока лет не встретишь.

До поступления на завод Макар думал, что металл добывают готовым прямо из земли. А теперь оказалось, что добыча металла большое и сложное производство. И Макар решил овладеть им.

Скоро он стал подручным сталевара. Его первому учителю Максиму Васильевичу Махортову достался беспокойный ученик. Так и сыпались вопросы:

— Что такое углерод? Почему он выгорает?

— Почему разные подачи чугуна требуют различной шихтовки?

— Почему перекидывают клапана, если в печи и так жарко?

Макар во всем хотел разобраться сам. С первого дня работы в мартеновском цехе в нем боролись два чувства — страх и любопытство. Ему было жутковато, когда по цеху проезжал ковш, наполненный жидкой сталью, но он как зачарованный смотрел на выпуск стали и ее разливку в изложницы. Глядя на это феерическое зрелище, забывал, что он в цехе.

Прошло года полтора. Выплавка стали на заводе росла, сталеваров не хватало. Комсомольцы обратились к директору с предложением создать на одной из печей комсомольскую бригаду. Не пора ли менять старинные многолетние темпы выучки подручного на сталевара? Тут же, при обсуждении кандидатуры сталевара, назвали имя Макара.

В сентябре 1932 года Макар Мазай самостоятельно ведет первую плавку. Она прошла удачно, без всяких замечаний. Начальник смены так и сказал:

— Браво, ребята, молодцы!

Но дела ладились только на первых порах. Потом возникли заминки. Однажды плавка просидела в печи 16 часов. Из-за неполадок в работе даже угрожали снять Макара со сталеваров. А тут еще подвернулся этот скандальный случай.

Как-то на оперативке ему передали заказ на плавку:

— Прочитайте всей бригаде вслух...

Долго Макар разглядывал и разглаживал на ладони листок с заказом, а когда начал читать, сбился на первом слове.

— Да к чему этот экзамен устраивать? Сами знаем, какую сталь варить...

Возвращаясь после смены в общежитие, Макар вдруг ясно осознал: он — неграмотный. Как это дико звучит: неграмотный сталевар! На такой ответственной работе, у главного заводского агрегата!

Пришлось задуматься над своей дальнейшей жизнью. Ему помогли и товарищи в цехе. Уже в 1933 году, окончив профтехкурсы, Макар поступил на заочные курсы сталеваров при Днепропетровском горном институте. Много и серьезно читал, с карандашом в руке. Книги брал везде — в заводской библиотеке, у товарищей, покупал.

Прошло четыре года. Макар не только учился на курсах, но все внимательнее приглядывался к работе лучших бригад, перенимая их опыт. В эти годы вся страна переживала бурный подъем. По всему Союзу гремела слава шахтера Алексея Стаханова, увлекшего своим героическим примером рабочих всех профессий.

В металлургии тоже развернулось стахановское движение. Мазай читал в газетах: в конце 1935 года в Москве на Первом Всесоюзном совещании стахановцев выступили лучшие сталевары страны — Дегтярев с завода им. Дзержинского, Бобылев с Таганрогского металлургического завода, Сороковой из Днепропетровска. В середине 1935 года на 33 мартеновских печах страны съем стали с квадратного метра площади пода составлял 5,5—8,25 тонны. Однако это были отдельные рекорды на немногих печах. Требовалось увеличить производительность всех мартеновских печей. Нужно было менять систему организации работы в цехах и у печей, пересмотреть старые нормы. Партия обратилась к металлургам с призывом — довести ежесуточную выплавку стали по стране до 60 000 тонн. Для этого нарком Серго Орджоникидзе призвал сталеваров повысить съем стали с квадратного метра

пода до 5,5 тонны на всех печах Союза. Металлурги страны объявили соревнование для выполнения наркомовского задания.

Инициатором внедрения более совершенной системы организации производства в металлургии выступил комсомолец Макар Мазай. Он решился на это после долгих размышлений, наблюдений и поисков. Решился лишь после того, как самому стали ясны условия, необходимые для получения скоростных тяжеловесных плавок. Для увеличения нагрузки до 4 тонн и более на квадратный метр площади пода печи предложил углубить ванну, увеличить сечение завалочных окон, усилить тепловую мощность печи, правильно организовать труд в бригаде, вести процесс по точно рассчитанному графику.

В инициативе Мазая появилась огромная техническая смелость. Ибо теоретики-металлурги говорили, что максимальная нагрузка на квадратный метр площади пода не должна превышать полторы тонны. В США съезд мартеновцев повысил эту цифру до 2,5 тонны. Однако на своих заводах американцы загружали в среднем не более 2 тонн. А ведь это была страна с передовой техникой. Но на отдельных советских заводах нагрузку довели до 3 тонн.

На заседании техперсонала цеха Мазай заявил:

— Наше задание 5,5 тонны стали с квадратного метра пода печи. Я обязуюсь дать 12 тонн. Плавка будет сварена за 7 часов.

На следующий день, выпустив вначале металл предыдущей смены, бригада Мазая приступила к ответственной плавке. Работа шла уверенно, организованно. Его подручные — Пархоменко и Самойлов, крышечница Мокрицкая — знали свое дело и действовали слаженно. Плавку сварили за 6 часов 50 минут. Бригада Мазая дала рекордный съем стали — 13,4 тонны. Печь была сдана в образцовом порядке, и сменщик Мазая сталевар Фадеев, продолжая почин, сварил плавку за 7 часов 45 минут — съем составил 12,2 тонны.

Это произошло в октябре 1936 года.

Мазай хорошо понимал, что мало одной рекордной плавки, надо закрепить выработанный метод ведения плавки. И он дал такую же вторую, третью... Почув-

ствовав уверенность в успехе, Макар от имени бригады обратился с письмом ко всем сталеварам страны. Оно было напечатано в одном из октябрьских номеров «Правды» за 1936 год.

«Я, сталевар Мазай, и мои товарищи вызываем всех сталеваров Советской страны соревноваться с нами в продолжение двух декад на самый высокий съем стали с квадратного метра. Срок соревнования с 25 октября по 15 ноября. Кто даст больше всех стали? Кто за это время возьмет самый высокий съем стали с квадратного метра пода печи?... Товарищи сталевары! Выходите на социалистическое соревнование с нами за дополнительные тысячи тонн стали для страны!»

В ответ на письмо Мазая пришли десятки телеграмм. Откликнулись на вызов сталевары Днепропетровска и Макеевки, Запорожья и Москвы, Магнитогорска и Донецка.

28 октября в цехе появились люди со всего завода. Тесной толпой стояли они в полутемном пролете, смотрели за работой бригады Мазая. В эту смену он провел рекордную плавку за 6 часов 40 минут, добившись съема стали с квадратного метра пода в 15 тонн.

Сразу после плавки Макара вызвали к директору. Он пришел прямо из цеха, в рабочей спецовке, горячий и пыльный. Директор торжественно подал ему телефонную трубку. Макар услышал спокойный и ясный голос:

— Это товарищ Мазай? Комсомолец Мазай?... Это говорит Орджоникидзе. Как у вас идет соревнование? Как ваша бригада? Помогает ли вам дирекция? Да вы не стесняйтесь: говорите все, как есть...

Макар волновался. Успокоившись, он подробно рассказал о ходе последней плавки.

Нарком внимательно следил за ходом соревнования. Он разослал по всем заводам телеграмму с сообщением об успехе молодого сталевара. В ней Орджоникидзе указывал, что отныне разговоры могут быть не о технических возможностях получения такого съема, а о подготовленности и организованности людей.

Прошли двадцать напряженных дней соревнования. Мазай снимал в среднем 12,18 тонны с квадратного метра пода. Одержана победа. Но самым глав-

ным итогом соревнования было то, что он не остался рекордсменом-одиночкой. Его сменщики и другие сталевары резко повысили производительность агрегатов. Их работа доказала, что правильная организация людей, тщательная продуманность отдельных производственных операций могут поломать застывшие с годами представления о возможной производительности агрегатов.

В декабре 1936 года Мазай прибыл в Москву в качестве делегата Чрезвычайного VIII Всесоюзного съезда Советов. На третий день съезда председательствующий предоставил слово Макару Мазаю. Взволнованно звучит голос молодого сталевара:

— Нужно добиться, чтобы все сталевары Советского Союза снимали по 12 тонн стали с каждого квадратного метра пода печи. Только тогда, товарищи, мы будем давать не 60 000, а 120 000 тонн стали в сутки... Зачем нам нужна сталь? Мы хорошо знаем, что фашистская Германия, фашисты других стран бешено готовятся к выступлению против Советского Союза. Для каждого ясно, какую роль в обороне играет сталь. Вот поэтому-то я и призываю всех сталеваров Советского Союза дать нашей стране столько стали, сколько надо, чтобы залить ею всю фашистскую свору!

В тот же вечер Макар Мазай был приглашен на прием к наркому. Как только он вошел в приемную, секретарь сказал, что нарком его уже ждет.

Серго встал из-за стола, вышел навстречу Макару, ласково поздоровался:

— Не устал ли на плавках, товарищ Мазай?

— Хорошая работа не утомляет,— ответил Макар.— Только силы и бодрости придает. А с вашей помощью крепко, по-настоящему работа ладится...

— Нужна ли моя помощь? — спросил Серго.— Какая именно?

Мазай подробно рассказал о помехах, иногда мешающих работе сталеваров. Нарком делал пометки в блокноте. Потом спросил Макара:

— Вы даете по 12 тонн... Значит, это вполне реально? Почему же в Америке дают только не более шести тонн?

Макар шутливо ответил:

— Так ведь то Америка, товарищ нарком!

Это была первая и последняя встреча с наркомом. Здесь же был решен вопрос об учебе Макара в Промакадемии.

В феврале 1937 года Макар Мазай прочитал речь Орджоникидзе, произнесенную на приеме делегаций ИТР нефтеперегонной промышленности и их жен в Наркомтяжпроме. Снова, как о замечательном примере, нарком вспомнил о нем. Он сказал:

— Я очень долго занимался металлургией. Профессора и академики нам прямо голову забивали, что больше, чем 4 тонны с одного квадратного метра площади пода мартеновской печи дать не можем. А какой-то комсомолец Мазай ахнул и дал 12 тонн! Вот тебе вся академия! Да и не только наши академики, но и американцы, и никто в мире такого съема с квадратного метра площади пода печи не давал. Но, может быть, это лишь один раз? Нет, в течение 25 дней он давал по 12 тонн. Этого нигде в мире нет. Значит, самый агрегат столько дать может, но мы еще недостаточно им овладели, чтобы он это количество давал.

Трудно приходилось науке. Вернее, ученым, не поспевавшим за смелым напором новаторов-практиков. Но были ученые — сторонники новых методов. Мазай с хорошей завистью рассказывает в своей книге о работе сталевара завода им. Коминтерна Якова Чайковского: в ночь под новый 1937 год он выпустил плавку за 5 часов 05 минут, дав свыше 16 тонн съема. Весть о победе была немедленно передана по радио. 5 января 1937 года Чайковский сварил плавку за 3 часа 50 минут и дал съем 18 тонн. В 1939 году он был награжден орденом Ленина за плавки на высоком тепловом режиме. Чайковскому помог профессор Н. Н. Доброхотов, предложивший сталеварам работать на высоких тепловых режимах.

За годы второй пятилетки производительность труда в черной металлургии выросла в 2,26 раза. Тут сказались и результаты коренной технической реконструкции металлургических заводов и строительства большого числа новых мощных предприятий, а также использование передовых методов труда.

Стахановское движение и почин Мазая внесли свой весомый вклад в дополнительные тонны стали.

Если в 1935 году страна получила 12,59 миллиона тонн стали, то в 1936 — уже 16,4, в 1937 — 17,73 миллиона тонн.

1941 год. Нападение фашистской Германии на Советскую страну. Время великого испытания. Пришлось выдержать его и Мазаю. До последнего дня отступления советских войск мариупольские сталевары давали Родине сталь. Макар прервал учебу в Промакадемии, вернулся на родной завод. В октябре в город ворвались фашисты. Рабочие вывели из строя доменные и мартеновские печи и покинули завод. Но не всем, кто до последних дней стоял у горячих печей, удалось вырваться из вражеского кольца. Среди них оказался и Мазай.

Вместе с фашистскими частями прибыли в город и представители металлургического концерна Круппа. Они хотели пустить в ход Мариупольский завод. Рабочих посулами и угрозами пытались заставить варить сталь. Но ничего не помогало. Тогда фашисты решили поймать Мазая и заставить его уговорить советских сталеваров вернуться на завод. Рассчитывали на имя знаменитого сталевара.

Макара схватили по доносу предателя. Гестаповцы его уговаривали, пробовали подкупить и требовали помочь в пуске завода. На все предложения был один ответ — отказ. Макара пытали. Спустя дней двадцать после ареста его расстреляли. Сломить его волю не удалось.

С первых месяцев Великой Отечественной войны на Востоке страны развернулось строительство новых металлургических заводов, эвакуированных из районов, временно захваченных врагом. Вместо массового рядового металла начали производить качественные стали в обычных печах. Были освоены прокат броневого листа на блюмингах, производство феррохрома и феррофосфора в доменных печах, броневых сталей в мартеновских печах. Нелегко было осваивать выплавку сталей новых ответственных марок. Плавки нередко затягивались, а фронт требовал боевых машин. Сталевары Магнитки, Кузнецка и Тагила применяли мазаевские методы работы и добивались увеличения выплавки стали. Сталевары, добившиеся выдающихся достижений в годы войны, были удостоены Государ-

ственных премий. Один из них — Александр Чалков. Он за годы войны выплавил свыше 14 тысяч тонн стали сверх плана.

В послевоенные годы на основе новейшей техники и роста культурно-технического уровня производственной квалификации рабочих движение за овладение скоростными методами в металлургии стало массовым. Уже с 1948 года сталевары сочетали движение за скоростные плавки с борьбой за отличное качество продукции. Инициатором этого нового прогрессивного начинания стал кузнецкий мастер М. М. Привалов. Бригада, руководимая им, в течение двух лет давала металл строго по заказам и совершенно без брака. С 1951 года М. М. Привалов работал старшим мастером блока печей, и коллектив его блока давал стране только отличную сталь. Сейчас М. М. Привалов работает главным сталеплавильщиком Главного управления металлургической промышленности МЧМ СССР.

Новый почин родился в июле 1949 года в Москве на заводе «Серп и молот». Сталевары комсомольцы А. Субботин, В. Михайлов и М. Чесноков развернули соревнование за повышение стойкости мартеновских печей, обязавшись продлить срок их службы при скоростном сталеварении со 178 до 210 плавок, дать при этом сверх плана 1200 тонн стали и сэкономить за год 200 тысяч рублей. Свои обязательства москвичи выполнили.

Славную плеяду уральских сталеваров-скоростников возглавлял сталевар Новотагильского металлургического завода Петр Григорьевич Болотов. 30 января 1950 года, встав на стахановскую вахту в честь выборов в Верховный Совет СССР, он дал плавку за 6 часов 48 минут и достиг съема стали 11,3 тонны с квадратного метра пода печи. 1 февраля Болотов перекрыл свой собственный рекорд и дал плавку за 6 часов 35 минут, увеличив съем стали до 12,65 тонны. За ним последовали Ушаков, Желуницын и другие уральские сталевары.

Все эти начинания привели к тому, что скоростное сталеварение приобрело новые качества. Оно уже не ограничивалось только борьбой за скорость проведения плавки. Сталевары-магнитогорцы начали

соревнование за снижение себестоимости металла при скоростном сталеварении. Сталевар завода «Запорожсталь» С. Якименко предложил организовать комплексное соревнование рабочих мартеновских и смежных цехов за выпуск каждой плавки скоростными методами. В металлургии, как нигде в другом производстве, все взаимоувязано. Скоростной выпуск плавки зависит и от доменщиков, подающих своевременно чугун хорошего качества, и от прокатчиков, вовремя принимающих металл, и от железнодорожников, обеспечивающих скорые перевозки, и многих других. В борьбу за скоростное сталеварение включились все смежные производства.

Такое новаторское отношение к новой технике, ее грамотное использование, конечно, сказалось на увеличении производительности агрегатов и на общем подъеме советской металлургии.

В год славного полувекового юбилея Советской власти металлурги страны превысили стомиллионный рубеж в выплавке стали. Соревнование за право участвовать в юбилейной плавке началось задолго до этого торжественного события. Продолжая славные традиции сталеваров-скоростников, металлурги вышли на новые рубежи. Сталевары мартеновской печи № 1 Макеевского металлургического завода им. Кирова В. Холявко, В. Никитенко, Н. Коваленко и И. Примин в два с лишним раза превысили годовую производительность печей. Фактический съем стали с квадратного метра пода печи достиг 21,48 тонны при среднем по отрасли 9,1 тонны.

С ними соревновались запорожстальцы. В середине апреля они достигли съема 25,33 тонны, сварив на одной печи за сутки 7 плавок — 1672 тонны. Затем макеевцы выдали тоже семь плавок, перекрыв рекорд запорожцев на 65 тонн. В следующие месяцы они рапортуют:

— За сутки 8 плавок, съем стали 28,6 тонны!

— За сутки 10 плавок, съем стали 34,2 тонны!

24 декабря 1967 года металлурги страны сделали последние плавки в счет производства 100 миллионов тонн стали. Бригада запорожского сталевара Героя Социалистического Труда М. Т. Кинебаса, участвовавшая в выплавке 100-миллионной тонны, установила в

тот знаменательный день три мировых рекорда: плавка выдана за 1 час 40 минут, съем стали с квадратного метра пода печи превысил 50 тонн, часовая производительность печи достигла 150 тонн.

Когда-то Макар Мазай выступал с призывом выполнить наркомовское задание — давать 60 000 тонн стали в сутки. А теперь наша страна дает 350 000 тонн в сутки — рост почти в шесть раз!

Живут и работают последователи Макара Мазая. Они хранят память о нем и продолжают его дела. Улица Мазая. Памятник, поставленный в центре рабочего поселка. Мартеновская печь с именем героя, отлитым из металла. В заводском музее на самом почетном месте — его барельеф. Под ним надпись: «Приз имени Макара Мазая».

Девятый мартен, где когда-то работал Макар, и сегодня в ряду лучших агрегатов завода. Бригады мазаевской печи (иначе ее здесь и не называют) возглавляют сталевары В. Ясиновый, И. Манькута, И. Макаренко. Развернув соревнование за достойную встречу полувекового юбилея со дня образования СССР, они сварили за шесть месяцев 1972 года 785 тонн сверхплановой стали, выдали 301 скоростную плавку и сэкономили 115,6 тонны условного топлива.

«Мы гордимся тем, что нам доверено трудиться на агрегате, на котором Мазай устанавливал свои мировые рекорды съема стали,— написали сталевары хлеборобам колхоза «Кавказ» Приморско-Ахтарского района Краснодарского края, где родился Макар Никитович.— Но мы сознаем, что и работать обязаны по-мазаевски: постоянно изыскивать резервы производства, совершенствовать технологию выплавки стали, дерзать в труде».

Мазаевская эстафета, вобрав в себя лучшее из опыта прошлых лет, продолжает движение вперед. Меняются формы и методы соревнования металлургов, но сущность его остается прежней: это невиданный энтузиазм и творчество масс, которые и помогли совершить подвиг индустриализации, поразивший весь мир.

БАРДИН

«Была ли у меня мечта стать металлургом? — писал И. П. Бардин в своей книге «Жизнь инженера».— Мне было двадцать семь лет, когда я впервые увидел металлургический завод. Он меня поразил. Металлургия захватила все мое существо. Но путь, которым я шел к металлургии, был чрезвычайно извилист и запутан».

Иван Павлович Бардин (1883—1960), сын портного, в детстве мечтал стать землемером. Девятилетнего Ваню отдали в Александровское ремесленное училище в Саратове. Учились там в основном приютские мальчики. Науки преподавались простейшие — ежедневно три часа зубрили арифметику, геометрию и шесть часов работали у верстаков. Ваня полюбил училище за особый, царивший в нем терпкий запах гари, машинного масла и металлической стружки. Там было много паровых котлов, машин, всяких хороших металлических вещичек, которые ему очень нравились и будили в нем непонятный трепет.

Немало пришлось переменить учебных заведений Ивану Павловичу. После учебы в Мариинском земледельческом училище он получил звание ученого управителя. Стремление расширить свои знания привели его в Ново-Александровский сельскохозяйственный институт (исключили в 1904 году за участие в студенческих волнениях), в 1906 году — в Киевский политехнический институт.

Однажды студент Иван Бардин попал на лекцию профессора металлургии В. П. Ижевского. Профессор, скромный, простой, с первой же встречи захватил молодого студента. С кафедры он вдохновенно убеждал слушателей:

— Доменный процесс сказочно красив. Это неслыханно тяжелое, но мудрое и радостное превращение бесформенной породы и руды в металл. Когда-нибудь в России будут построены сотни мощных доменных печей.

Василий Павлович Ижевский сделался наставником и другом молодого человека. Счастливая встреча с ним подсказала Бардину его будущую специальность металлурга. Вероятно, этому помогло то, что

в распоряжении профессора и его помощников имелся прекрасный музей, небольшой, но хорошо подобранный, в котором демонстрировался весь металлургический процесс. Кроме того, Василий Петрович лекции по металлургии всегда тесно увязывал с химией, которую Бардин знал и любил.

Двадцати шести лет окончив институт со званием инженера-технолога, И. П. Бардин не мог найти работу. Иностранные заводы в России избегали брать на работу русских инженеров. Помог В. П. Ижевский. По его рекомендации Бардин поступил на Брянский завод, где руководил испытаниями электропечи системы Ижевского. В эксперименте на заводе никто не помогал, молодой специалист чувствовал лишь зависть и ненависть вокруг. Он осуществил монтаж печи, но после опытной плавки посадил «козла». С треском выставили с завода.

Снова поиски работы и везде отказ. Осенью 1910 года нашел место на Всероссийской сельскохозяйственной выставке в Екатеринославе, в американском подотделе. Там один русский эмигрант предложил Бардину:

— Поезжайте в Америку. Я могу устроить вас там на работу. В Америке вы найдете себе место.

Иван Павлович решил отправиться «в далекую и счастливую Америку, страну свобод, хлеба и счастья», как он наивно тогда о ней думал.

С 1910 по 1911 год Бардин работал на американских заводах: сельскохозяйственных орудий «Джон Дир и К°», тракторном заводе «Гард-Пар», металлургическом заводе Гери близ Чикаго. Работал помощником кузнеца, на сборке культиваторов и тракторов, шлаковщиком.

В поисках работы Бардин бывал на многих заводах, осматривал цехи разных предприятий. Подводя итоги американскому периоду своей биографии, он писал: «Америка расширила мой технический горизонт. Я имел возможность наблюдать, как ведется крупное заводское хозяйство, как по-новому, правильно организуется производство машиностроительных и тракторных заводов. В этом отношении завод Гери был для меня замечательной школой».

Металлургический процесс здесь был построен на принципе непрерывного потока. С Верхнего озера двигался конвейер пароходов с рудой к заводским пристаням. По железной дороге каждые 5 минут подходили составы с углем. Механизмы опрокидывали уголь в огромные коксовые печи, неизвестные в Европе. По непрерывной ленте подавался кокс к домнам. Металлу не давали остыть до превращения в готовое изделие: рельсы, балки, трубы. Жидкий чугун из ковшей выливали в сталеплавильные печи. Раскаленные болванки стали, не успев потемнеть, подъезжали на тележках к колодцам блюминга. Рабочих на заводе видно мало.

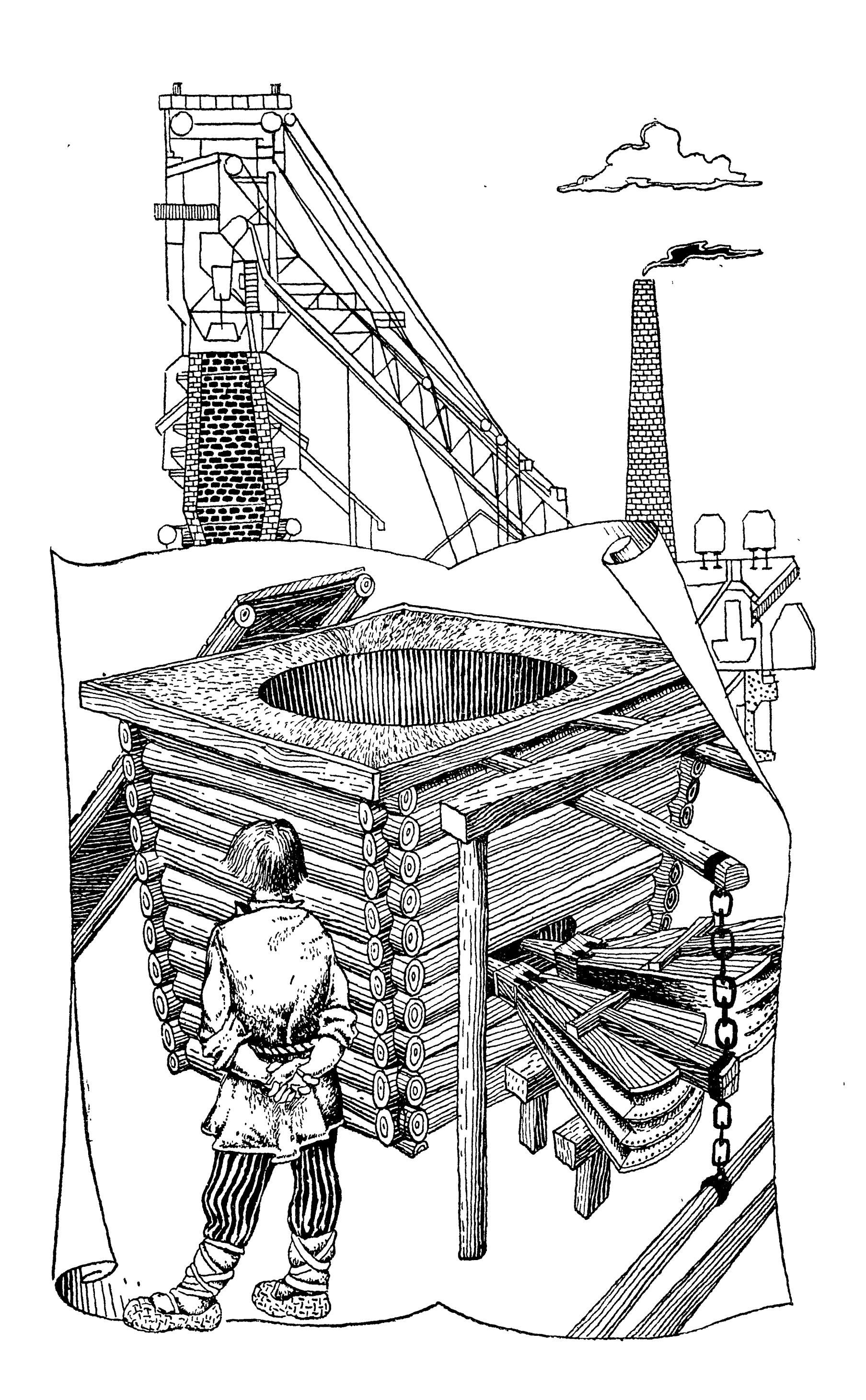
Однако на этом же знаменитом заводе Гери Бардин заработал болезнь от чрезмерно тяжелого труда. За упадок сил его уволили. Он возвратился в Россию.

На Юзовском заводе произошла встреча будущего академика с Курако, которому он рассказал об американских заводах. Бардин вспоминал: «Я часто задавал себе вопрос, кем был бы я, если бы судьба не столкнула меня с Курако?... Встреча с Курако совершила переворот во всей моей жизни. Курако оставлял глубокий след во всяком, кому приходилось с ним работать».

Курако помог Ивану Павловичу стать не только опытным металлургом, инженером-доменщиком, но и научил мечтать о самой совершенной металлургической технике. В 1916 году Бардин остался вместо Курако начальником доменного цеха Енакиевского завода.

После победы Октябрьской социалистической революции И. П. Бардин одним из первых среди крупных инженеров России решительно переходит на сторону победившего народа. Он участвует в восстановлении и развитии советской металлургии. Сначала работал на посту выборного главного инженера Енакиевского завода, затем на заводах Макеевском, им. Дзержинского, в Югостали.

В ходе восстановительных работ на южных заводах И. П. Бардин проявил себя сторонником передовой техники, борцом против рутины. Так, вопреки мнению главного инженера Югостали и некоторых специалистов мартеновского производства на Урале,



высказавшихся против строительства 100-тонных мартеновских печей, под руководством Бардина на заводе им. Дзержинского была введена в действие первая в СССР печь тоннажем 100—110 тонн. Для того времени это было выдающимся достижением.

Реконструкция народного хозяйства и новое строительство значительно повысили спрос на уголь, металл и энергию. XIV съезд партии (декабрь 1925 года) принял важнейшее решение о необходимости превратить Советскую Россию из отсталой аграрной страны в могучую индустриальную державу. Партия, обсуждая на съезде перспективы дальнейшего развития экономики, первостепенное значение придавала социалистической индустриализации как решающему фактору в деле создания материально-технической базы социализма.

Достигнутые страной успехи дали возможность на более длительный срок определить пропорции в развитии между различными отраслями промышленности. XV съезд партии (декабрь 1927 г.) принял решение о составлении первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР на 1928—1932 годы. Основной задачей его ставилось: построить первоклассную тяжелую индустрию и на этой базе приступить к реконструкции всех отраслей народного хозяйства; укрепить обороноспособность и экономическую независимость страны. От успехов металлургии зависели темпы капитального строительства и становление всех отраслей народного хозяйства.

Первая пятилетка намечала развитие металлургии по двум направлениям — путем широкой реконструкции существующих заводов в главных металлургических районах страны (Украина, Урал) и путем строительства новых заводов. В ходе обсуждения планов пятилетки было немало споров. Находились люди, не верившие в возможность развития металлургии в нашей стране на данном этапе. Так, главный инженер главка черной металлургии утверждал, что для новых заводов придется ввозить все оборудование из-за границы, приглашать не только иностранных инженеров, но и рабочих. Поэтому даже на одну чер-

ную металлургию в стране не хватит валюты. Другой видный металлург возражал против механизации производства, утверждая, что она породит еще большую безработицу в стране.

Все это было правдой. Действительно, валюты на все не хватало, имелась и безработица. Но было и другое — наша страна не могла обойтись без индустриализации. Критики не учитывали особенностей нашего советского строя, энтузиазма советских людей, способных на преодоление любых трудностей.

Победили сторонники новой современной техники. Так, в титульном списке — перечне промышленных предприятий первой пятилетки вместо запроектированных 16 новых металлургических заводов оказалось целесообразным оставить несколько крупных комбинатов — Магнитогорский, Кузнецкий, Запорожсталь, Азовсталь, Криворожский. Поэтому в ходе проектирования отдельных заводов существенно изменилась их проектная мощность. Например, в первом варианте Кузнецкий металлургический завод планировался на 360 тысяч тонн чугуна в год, а в пятом варианте утвердили цифру 1200 тысяч тонн.

Принятие и практическое осуществление первого пятилетнего плана потребовало выдвижения новых руководителей стройки металлургических гигантов. В 1929 году партия и правительство поручили И. П. Бардину техническое руководство строительством гиганта первой пятилетки — Кузнецкого металлургического комбината (КМК). В ходе строительства и здесь велись яростные споры о масштабах предприятия и уровне технического оснащения. Суть спора нашла наиболее яркое выражение в вопросе о том, какой объем доменной печи выбрать для проектируемых типовых агрегатов. Взять ли за основу американскую (наибольшей мощности) объемом 900—1000 *м*³ или же типичную западноевропейскую печь того времени объемом 500—600 *м*³? В этих спорах И. П. Бардин возглавлял группу передовых инженеров и отстаивал идею строительства больших печей, полностью механизированных.

И. П. Бардин активно включился в строительство КМК. На стройке везде можно было видеть его высокую фигуру. Одет он был как рядовой кузнецкстро-

евский прораб. На ногах громадные кожаные сапоги с голенищами выше колен. Из грудного кармана просторной фланелевой куртки выглядывала небольшая старенькая логарифмическая линейка. Иван Павлович никогда не расставался с этой линейкой и часто пользовался ею для проверки различных расчетов.

Массовое проявление героизма и смекалки рабочих на Кузнецкстрое много способствовало выполнению напряженных сроков стройки. Мастер монтажников И. А. Воронин объявил о намерении поднять огромный наклонный мост подъемника доменной печи в целом, впервые в мире, чтобы сократить сроки. Американские специалисты написали Бардину большую докладную, заявив, что они снимают с себя всякую ответственность.

Первый мост подняли методом Воронина вместо месяца в течение 34 часов, второй — за 15 часов. После этого крупный американский специалист Глэн заявил Бардину:

— Вы счастливый инженер: русские рабочие лучшие рабочие в мире. О! Это — замечательные ребята!

Таких «замечательных ребят» было много на стройке. Только благодаря их самоотверженности и трудолюбию удалось осуществить смелую идею — построить огромный завод в необжитой сибирской тайге.

Иностранных специалистов, принимавших участие в первых советских стройках, удивляло отсутствие квалифицированных кадров, необходимых для обслуживания оборудования новых заводов. Один итальянский профессор, посетивший площадку Днепростроя, спросил у начальника работ левого берега:

— Сколько человек обучается у вас технике?

— Десять тысяч,— ответил начальник.

Профессор, не поняв ответа, повторил вопрос и получил тот же ответ.

— Кто же у вас тогда работает? — удивился итальянец.

— Те, кто учатся.

Да, именно так и было. И не только на Днепрострое, а на всех новостройках страны. Люди строили и учились работать на своем будущем предприятии.

На стройках новых советских гигантов металлургии приходилось многому учиться. Почти параллельно строились два комбината — Магнитогорский и Кузнецкий. Но была разница в очередности сооружения отдельных объектов. На ММК бросили клич: «Все для домен!» Пустив две домны, перебросили затем все силы на строительство других цехов. На КМК поставили задачу скорейшего завершения работ по всему металлургическому циклу. Это вызвало более поздний пуск доменной печи. Как-то И. П. Бардина вызвал к себе секретарь горкома партии Хитаров.

— Как же так,— сказал, он,— вы говорили, что осталось совсем мало сделать для пуска завода в 1931 году, а сейчас наступил 1932 год. Магнитка работает, а мы не знаем даже, когда будем готовы к пуску.

Объясняя положение дел, Иван Павлович отвечал:

— Пускать одну печь или цех только для того, чтобы пустить, это не дело. Мы должны выдержать характер и пустить весь завод, а не один цех. Для этого нужно пустить вслед за домнами мартеновский цех, а потом блюминг и рельсо-балочный.

— Вот тогда,— продолжал Бардин убеждать Хитарова,— это будет действительно пуск завода. Пускать же сейчас — это значит перебросить людей с одних участков на другие, нанести вред всему строительству.

— Когда же все-таки будет пущен завод? — спросил Хитаров.

— В конце марта,— ответил Иван Павлович.

— Твердо?

— Твердо.

Бардин оказался прав. В ночь на 31 марта 1932 года здесь задули домну, на два месяца позже Магнитки. Но значительно раньше магнитогорцев пустили другие цехи: 19 сентября дала сталь 150-тонная мартеновская печь, самая мощная в то время в Союзе, 5 ноября вошел в строй блюминг, а в последние дни декабря — второй по мощности в мире рельсо-балочный стан.

Из опыта сооружения первых металлургических заводов был сделан вывод: необходимо строить их комплексно, добиваясь скорейшего получения конеч-

ной продукции. Спустя два с половиной года после закладки фундамента первой домны первая очередь КМК, включавшая весь металлургический цикл завода, была введена в строй. Большевики одержали огромную победу.

После торжественного пуска И. П. Бардин любовался новой доменной печью — воплощенной мечтой М. К. Курако, своего учителя. По наклонному мосту к колошнику домны непрерывно двигались скипы. Под бункерами гремели вагон-весы. На путях жидкого чугуна и шлака маневрировали мощные паровозы с чугунными и шлаковыми ковшами. Специальные железнодорожные составы загружали бункеры рудой, коксом и известняком.

Однако радости первых дней пуска скоро сменились тяжкими днями освоения новой и непривычной техники. Особенно трудной оказалась зима 1932—1933 года. Она надолго запомнилась Бардину. Доменные печи замерзали, мартены и прокат еле-еле дышали. И Магнитку и Кузнецк лихорадило. Начались разговоры, что, вот, дескать, понастроили заводов, а работать они могут лишь незначительный отрезок времени: техника, мол, американская, а климат русский, сибирский.

Почти каждую ночь Иван Павлович докладывал по телефону наркому Серго Орджоникидзе о состоянии дел, о тяжелом положении на предприятии. «Серго говорил, не повышая голоса, не выходя из себя,— вспоминал впоследствии Бардин.— Чувствовалось, что ему это очень тяжело и неприятно, но тем не менее, зная, что люди работают, он сдержанно ободрял нас.

— Смотрите только,— твердил он,— чтобы не были погублены печи. Надейтесь на молодежь, на энтузиазм советских людей, сделайте еще несколько усилий — и все пойдет хорошо, благополучно».

И самоотверженность, энтузиазм советских людей сделали то, что зарубежным специалистам казалось неисполнимым. Завод начал набирать темпы, давать стране все больше и больше металла.

В середине 1934 года коллектив КМК полностью освоил доменные печи. Комбинат завершил годовой

план к 15 декабря и по выплавке чугуна занял первое место в стране.

За руководство строительством Кузнецкого металлургического комбината И. П. Бардин был награжден орденом Ленина. В этом же году инженер-металлург Бардин был избран действительным членом Академии наук СССР. Это был редкий случай, когда в Академию наук избрали не ученого-теоретика. Сам Иван Павлович поразился сообщению о его избрании в Академию наук: «Когда мне сообщили об этом, я опешил. Никаких значительных научных трудов я в своей жизни не написал. Я был инженером-практиком, хорошо знал американскую технику металлургической промышленности и все свои знания использовал для того, чтобы построить в Сибири самый усовершенствованный американского типа металлургический завод».

Товарищи в парткоме в ответ на его недоуменный вопрос показали на площадку завода:

— Это не только написано, но и построено, и это стоит многих научных трудов,— сказали они ему.

Действительно, И. П. Бардин был ученым-организатором. Такие люди были крайне нужны стране, особенно в трудный период становления советской металлургии. В дальнейшем, после командировки в в 1936 году в США для изучения американской металлургической промышленности, И. П. Бардин занимал ряд руководящих должностей в области металлургии, в научных учреждениях нашей страны.

С самого начала Великой Отечественной войны И. П. Бардин один из руководителей комиссии Академии наук СССР по мобилизации ресурсов восточных районов на нужды обороны. За работу по разрешению основных проблем хозяйственного развития Урала он вместе с другими учеными в 1942 году был удостоен Государственной премии. В этом же году его избрали вице-президентом Академии наук СССР.

Большое значение имело участие И. П. Бардина в решении таких важных металлургических проблем, как применение кислорода, прямое получение железа, непрерывная разливка.

Исследования по изысканию технологии производства стали с применением кислородного дутья начались в 1934 году на киевском заводе «Большевик», а затем на Косогорском и Мытищинском заводах. Однако в больших масштабах и более системно исследования были продолжены в 1944 году под руководством Бардина на заводах «Динамо», КМК, в ЦНИИчермет, на Енакиевском и Новотульском. На последнем заводе был сооружен экспериментальный 8-тонный конвертор для продувки кислородом сверху.

Опытные плавки помогли выяснить многие вопросы технологии получения качественной стали с использованием обычного передельного чугуна. В 1949 году за разработку технологии и внедрение в производство кислорода для интенсификации мартеновской плавки И. П. Бардин вместе с группой металлургов был удостоен Государственной премии.

Первые установки непрерывной разливки стали создавались работниками заводов «Красное Сормово» и Новотульского под руководством И. П. Бардина. За эту работу он и возглавляемый им коллектив были удостоены Ленинской премии в 1958 году.

Имя академика И. П. Бардина было широко известно за рубежом, он состоял членом высших научных учреждений ряда стран. В 1952 году Шведская Академия наук наградила его почетной медалью Бринеля за заслуги в развитии металлургии. О его авторитете среди зарубежных металлургов говорит следующий случай, рассказанный главным металлургом и директором исследовательского отдела одной американской фирмы Смитом: «В октябре 1957 г.— за два дня до запуска на орбиту первого спутника я ездил на наш завод в Чикаго с доктором И. П. Бардиным, вице-президентом Академии наук СССР и признанным авторитетом в черной металлургии. Д-р Бардин хотел посмотреть работу большой электропечи, и я воспользовался его визитом, чтобы спросить, какова может быть производительность нашей чикагской доменной печи при использовании всех возможностей. Он быстро осмотрел печь, задал обычные вопросы о мощности воздуходувок, качестве кокса и т. д., а затем уверенно сказал:

— 75 000 тонн за 31 день в месяце при холодной погоде.

Его ответ произвел потрясающее впечатление, поскольку мы получали на этой печи в лучшем случае около 54 000 тонн в месяц. Когда я передал заводским инженерам слова д-ра Бардина, они недоверчиво покачали головами и высказали мнение, что или д-р Бардин допустил преувеличение, чтобы произвести впечатление, или же его познания в доменном деле сильно переоценены. Однако инженеры согласились принять его советы по улучшению производительности печи».

Примерно через год Смит спросил своих работников в Чикаго, какой производительности они достигли на этой печи

— Не 75 000 тонн в месяц,— ответили они.

— Чего же вы достигли? — спросил он вновь.

— 74 592 тонны за октябрь,— ответили ему.

Значителен вклад академика И. П. Бардина в развитие новых идей современной металлургии. Под его руководством советская металлургия добилась высокого технического уровня. Советское правительство по достоинству оценило его заслуги. Он был удостоен звания Героя Социалистического Труда, награжден семью орденами Ленина.

В развитии металлургических идей деятельно участвует большой отряд советских ученых-металлургов. В создании учения о кинетике сталеплавильных процессов участвовали профессора О. А. Есин, П. В. Гельд, А. И. Морозов, С. Т. Ростовцев. Крупный специалист в области теории металлургических процессов академик А. М. Самарин (1902—1970) в течение многих лет возглавлял комиссию по физико-химическим основам производства стали при Академии наук СССР. Доктор технических наук В. И. Явойский провел фундаментальное исследование взаимодействия газов с жидким металлом и шлаком в сталеплавильных агрегатах. В научном труде «Теория процессов производства стали», удостоенном Государственной премии за 1968 год, В. И. Явойский дал критический анализ современных воззрений на физико-химические, тепловые и гидродинамические

процессы, происходящие при выплавке стали в кислородных конверторах и мартеновских печах.

Наука о металле продолжает свое развитие. Вооруженные точными техническими средствами для исследований, ученые-металлурги своими работами создают все возможности для непрерывного повышения количества и качества выплавляемых металлов, вносят свой вклад в выполнение ответственных задач, поставленных перед советскими учеными XXIV съездом КПСС,— «всемерно развивать фундаментальные и прикладные научные исследования и быстрее внедрять их результаты в народное хозяйство».

СУДЬБА ЖЕЛЕЗА

(вместо заключения)

> Дальнейшее быстрое увеличение производства металла и топлива, составляющих фундамент современной промышленности, по-прежнему останется одной из важнейших народнохозяйственных задач.
>
> Программа КПСС.

Перед читателем прошла трехтысячелетняя история добычи и обработки железа. За это время в мире произведено не менее 20 миллиардов тонн этого металла, причем подавляющая часть его получена за последние два столетия. Всего лишь сотню лет назад мировая выплавка стали составляла полмиллиона тонн в год. Теперь же выплавляется более полумиллиарда тонн стали ежегодно (1970 г.— 596 млн. *т.*). Мировой металлофонд, то есть все железо, заключенное в сооружениях, машинах, конструкциях, составляет сейчас свыше шести миллиардов тонн.

Развитие металлургии железа является результатом творчества многих поколений людей, стран и народов. Вклад в развитие древней металлургии внесли народы Индии и Древнего Востока, Африки. Затем центр металлургического производства постепенно переместился в Европу. В появлении и развитии

новых металлургических процессов участвовали изобретатели многих стран. Значительный вклад внесли народы нашей страны. Многовековая история черной металлургии свидетельствует о постоянном взаимовлиянии и творческом содружестве различных народов в создании и развитии новых технических средств. В этом проявляется интернациональный характер развития техники.

Учитывая закономерности развития черной металлургии, весь трехтысячелетний период ее существования можно разбить на пять основных этапов [1].

Первый этап охватывает период от зарождения металлургии где-то на рубеже II и I тысячелетий до нашей эры и до середины XIV века, когда в производстве железа господствовал сыродутный процесс. Освоение способа получения железа из руд и изготовление железных орудий труда и оружия явилось содержанием технической революции в период рабовладельческой общественно-экономической формации и привело ко второму крупному общественному разделению труда — к отделению ремесла от земледелия. Сыродутный процесс по своим техническим средствам соответствовал рабовладельческому и раннефеодальному способам производства, для которых было характерным развитие и распространение сложных орудий труда. Часовая производительность процесса не более 0,5—0,6 килограмма сварочного железа.

Второй этап начинается с середины XIV века в странах Европы и характеризуется появлением двухступенчатого способа получения железа (доменный плюс кричный процесс), что стало возможным благодаря новой энергетической базе — применению водяного колеса. По своим техническим средствам и приспособлениям техника металлургии данного этапа соответствовала мануфактурному периоду развития с его принципом разделения и обособления различных функций в производственном процессе (сыродутный процесс расчленился на два процесса). Двухступенчатый способ позволил значительно расширить

[1] Об этом подробнее см.: Н. А. Мезенин. Основные этапы и тенденции развития металлургии железа. Автореферат кандидатской диссертации. Н. Тагил, 1969.

объем производства. Часовая производительность кричного горна составляла 40—50 килограммов сварочного железа—почти стократное увеличение производительности по сравнению с предыдущим этапом.

Третий этап начался с конца XVIII века, когда широко было использовано минеральное топливо в доменном процессе (изобретение Дерби), а затем — в переделе чугуна на железо — пудлинговом процессе (изобретение братьев Кранедж и Г. Корта). Водяное колесо заменяется паровой машиной. По своим техническим средствам и способам техника металлургии данного этапа соответствовала потребностям промышленного переворота и обеспечила переходный период в становлении производительных сил капиталистического общества. Техническая революция в области металлургии, выразившаяся в использовании минерального топлива для получения металла, была также связана и с применением рабочих машин в обработке металла (паровой молот Несмита, прокатный стан В. С. Пятова). С момента широкого внедрения минерального топлива начинается резкий подъем в мировом производстве чугуна. Часовая производительность пудлинговой печи составляла 140 килограммов сварочного железа, почти трехкратное увеличение производительности по сравнению с процессом предыдущего этапа.

Четвертый этап наступил с конца XIX века, когда техническая революция ознаменовалась почти одновременным внедрением в производство трех новых процессов массового получения литой стали — мартеновского, бессемеровского и томасовского (основного). Использование новых способов массового получения литой стали происходит в период развития техники монополистического капитализма и связано с дальнейшим развитием системы машин на базе электропривода. Сталь становится основным конструкционным материалом техники. Часовая производительность конверторов даже в начальный период достигала 6 тонн, что почти в 50 раз повысило производительность агрегатов по сравнению с предыдущим этапом.

Пятый этап в развитии металлургии железа связан с современной научно-технической революцией и на-

чинается с середины XX века. Начальная ступень современной технической революции характеризуется широким использованием кислородного дутья, применением установок непрерывной разливки стали (УНРС), внедрением автоматики и электронно-вычислительных машин в отдельных переделах металлургического производства.

Ныне советская металлургия занимает передовые позиции в техническом прогрессе. В рассказе о ее достижениях нам не обойтись без изрядного количества цифр. Именно они дают возможность более наглядно и доказательно представить наши достижения.

Каждая пятая тонна мировой выплавки стали приходится на долю нашей страны. В 1970 году США только на 6,1 миллиона тонн стали произвели больше, чем Советский Союз, а по выплавке чугуна наши доменщики обогнали Америку. Советские металлурги с хорошими результатами завершили восьмую пятилетку: в 1970 году получено 86 миллионов тонн чугуна, 115,9 миллиона тонн стали, 92,5 миллиона тонн проката, 12,4 миллиона тонн стальных труб (первое место в мире с 1962 года), 195 миллионов тонн товарной железной руды (первое место в мире). Опубликованные в «Правде» 30 января 1973 года данные статистики убедительно говорят о том, что новая, девятая пятилетка взяла хороший старт: по всем приведенным выше показателям виден заметный рост. В 1972 году выплавлено 92,3 миллиона тонн чугуна, 126 миллионов тонн стали, получено 99,4 миллиона тонн проката, произведено 13,8 миллиона тонн стальных труб и добыто 208 миллионов тонн железной руды.

Наши доменщики работают на печах большого объема: три печи объемом 2700 $м^3$, есть печи 3000 и 3200 $м^3$. В 1970 году главный показатель работы доменных печей — коэффициент использования полезного объема составил 0,597: за пятилетку улучшился на 10%. Это стало возможным за счет использования передовой технологии — повышения давления под колошником (на таких печах получено более 95% всего чугуна в стране), высокой доли агломерата и окатышей в доменной шихте, применения кислородного дутья (свыше половины всего чугуна) и природного газа (более 85% всего чугуна).

Советские сталеплавильщики работают на самых мощных в мире мартеновских печах — тоннажем 600 и 900 тонн. Очень хорошо показали себя двухванные сталеплавильные агрегаты с интенсивной продувкой кислородом. Сейчас в стране работают пять таких агрегатов — четыре на ММК и один на Череповецком металлургическом заводе. Двухванная печь ММК дала в 1970 году 1150 тысяч тонн стали, пятую часть металла во всем цехе. Себестоимость стали, выплавленной на ней, значительно ниже, чем на обычных.

На предприятиях черной металлургии продолжается внедрение новой техники. За 8-ю пятилетку освоены 130-тонные и 250-тонные кислородные конверторы. Доля кислородно-конверторной стали в 1970 году возросла до 17,2%. К началу 1971 года в стране действовали 32 конвертора, из них 25 емкостью 100 тонн и более. СССР получает одну восьмую часть мирового производства непрерывных заготовок через УНРС.

Достижения отечественной металлургии получили признание во всем мире. Только за последние годы продано около 20 лицензий на различные металлургические прогрессы и агрегаты. Так, лицензии на конструкцию и технологию советских установок непрерывной разливки стали приобрели фирмы Японии, Франции, Италии, Индии и других стран. Лицензии на теплую прокатку труб приобрели шведские фирмы. Италия купила лицензии на станы холодной прокатки труб и на экзотермические смеси. Лицензии на системы испарительного охлаждения доменных печей купили фирмы ФРГ и Японии; Япония приобрела также лицензии на технологию доменного производства и оборудование мощной доменной печи.

По советским проектам ведется строительство металлургических заводов за рубежом; наши специалисты оказывают помощь ряду стран в организации производства и освоения оборудования. В Индии после сооружения Бхилайского металлургического завода начато строительство нового завода в Бокаро. Строятся (некоторые уже построены) заводы и цехи в Алжире, Болгарии, КНДР, АРЕ, Югославии, Иране...

Самоотверженный труд советских металлургов получил высокую оценку Родины. 24 предприятия черной металлургии и 23 предприятия цветной металлур-

гии отмечены высокими правительствеными наградами. Более 33 000 рабочих, ИТР и служащих награждены орденами и медалями СССР, 172 особо отличившихся работника удостоены звания Героя Социалистического Труда.

XXIV съезд КПСС в своих Директивах наметил новые значительные задачи в области металлургии. Руководствуясь Директивами, Госплан СССР определил необходимый объем производства готового проката в 1975 году — 105 миллионов тонн и стальных труб 17,5 млн. тонн. По расчетам Госплана, для обеспечения такого объема необходимо выплавить 110 миллионов тонн чугуна, 147,5 миллиона тонн стали, произвести 90 миллионов тонн валового кокса и добыть 250 миллионов тонн товарной железной руды.

Для выполнения ответственного задания намечается дальнейшее совершенствование отдельных переделов металлургического производства.

За счет использования новых агрегатов мощности по производству чугуна возрастут за пятилетку на 14,8 миллиона тонн. Будут строиться доменные печи объемом 5000 $м^3$, таких еще в мире нет. Намечается существенно расширить применение прогрессивных технологических процессов использования кислорода и природного газа, что позволит на действующих печах выплавить дополнительно свыше 3 миллионов тонн чугуна и сэкономить около 3 миллионов тонн кокса.

В сталеплавильном производстве главное внимание будет уделено кислородно-конверторному процессу. Выплавка стали этим способом возрастет более чем вдвое и составит не менее 30% в общем стальном балансе. В 1975 году в кислородных конверторах емкостью 300—350 тонн намечается выплавить 10 миллионов тонн стали. Дальнейшее развитие получит выплавка мартеновской стали с применением кислорода. Производство электростали возрастет на 40%. В 1975 году на УНРС будет разлито металла в 4 раза больше, чем в 1970.

В прокатном производстве запланировано строительство и ввод в действие новых прокатных станов и цехов. В числе их будут: первый в Советском Союзе стан по производству широкополочных балок высо-

той до 1000 миллиметров и шириной полок 420 миллиметров на НТМК, непрерывный стан-450 на Запсибе для проката тонкостенных профилей, ряд станов для получения трансформаторной и динамной сталей высших марок и др. Намечается значительно увеличить выпуск электросварных газопроводных труб диаметром 1220, 1420, 1620 и 2520 миллиметров.

В целом за пятилетку намечается получить большой прирост металла. Конечно, само собой это не произойдет. Самоотверженный труд металлургов необходимо подкрепить техническими преобразованиями технологических процессов. Этим обеспечивается научно-технический прогресс в металлургии. Но наряду с совершенствованием существующих процессов идет развитие и новых металлургических идей. О некоторых из них мы и расскажем.

Металлурги давно ищут пути перехода к непрерывному потоку, который значительно легче поддается автоматизации и управлению. Одним из первых шагов на пути ликвидации разрыва между переделами в производстве черных металлов является непрерывная разливка стали. Пока на УНРС получают лишь заготовки, но уже и это приносит значительную экономию металла и позволяет отказаться от блюминга, не говоря уже об облегчении труда металлургов. Все яснее становятся технические предпосылки осуществимости непрерывного производства стали. Этот процесс рассматривается как наиболее перспективный путь развития сталеварения.

Коллектив советских специалистов во главе с доктором технических наук Г. П. Иванцовым добился определенных успехов в разработке сталеплавильного агрегата непрерывного действия (САНД). В этом агрегате очистку металла от примесей предлагается вести по четырехстадийной схеме в раздельных последовательно расположенных аппаратах конверторного типа, соединенных закрытыми желобами. Такое деление процесса на стадии позволяет создать наилучшие технологические условия для удаления из металла серы, фосфора, кремния и марганца. На каждой стадии возможно проведение реакции, связанной с образованием шлака, в режиме относительно низких температур, что резко ослабляет агрессивное воздей-

ствие шлака на огнеупоры. Этим решается одна из основных проблем на пути создания непрерывного потока.

Схема САНД ЦНИИчермет в течение ряда лет проходила тщательную экспериментальную проверку в основных своих звеньях. При этом полностью подтвердились главные решения. По размерам САНД не больше мартеновских печей равной мощности и поэтому может их заменить при незначительной переделке. Агрегат целесообразно стыковать с УРНС, что дает возможность получать готовые слябы. Строительство опытно-промышленного агрегата, который будет работать на природном газе или мазуте, ведется на Украине. После его испытаний планируется сооружение агрегатов производительностью до 10 миллионов тонн стали в год.

Затем на очередь можно поставить новую задачу — освоение прокатного цеха непрерывных потоков прямо от УРНС, минуя промежуточное охлаждение и нагрев заготовок для последующего проката. Для этого «Гипромез» предлагает после УНРС и отделения зачистки заготовок в потоке направлять их в печи-копильники. Здесь будет сохраняться температура металла и отсюда заготовки поступят на стан горячей прокатки, а после него готовая продукция пойдет на склад. Препятствием такой организации потока металла в прокатке является пока еще недостаточная скорость выдачи металла из УНРС. Однако сотрудники института ВНИИметмаш, руководимого академиком А. И. Целиковым, предвидят возможность создания высокопроизводительной УНРС с большими скоростями — тогда металл без остановок для накопления пойдет в прокатные станы.

Поиски принципиально новых технологических возможностей диктуются тем, что резервы для ускорения химических реакций в металлургии уже были использованы ранее — при переходе от процессов, совершающихся в металле тестообразного состояния (кричный и пудлинговый процессы) к процессам, протекающим в жидком металле (конверторный и мартеновский процессы). Если сопоставить пудлинговый и конверторный процессы с учетом современного состояния кислородно-конверторной плавки, то химиче-

ские реакции в конверторе протекают почти в тысячу раз быстрее, чем в пудлинговой печи. Это было достигнуто за счет того, что удалось на 400° С поднять температуру в агрегате и обеспечить продувку металла воздухом, обогащенным кислородом.

Одним из самых перспективных направлений на пути многократного увеличения производительности агрегатов можно считать применение плазмы для обработки рудного сырья, извлечения металла из руд, плавки металлов и сплавов. Здесь найдутся новые возможности для ускорения металлургических процессов. Электронная технология в области металлургии находит конкретное выражение в создании новых процессов.

На установке электрошлакового переплава в 1954 году были получены у нас первые слитки стали весом в несколько килограммов. Сейчас этим методом получают слитки весом 30—40 тонн сверхчистой стали. В начале 1970 года в Коммунарске впервые в мире удалось соединить с помощью электросварки два гигантских слитка стали, полученных электрошлаковым переплавом. Разработана и внедрена на 4 установках система программного управления процессом.

ЦНИИчермет совместно с рядом предприятий в 1965 году провели в лабораторных и промышленных масштабах опытные плавки в электроннолучевых печах с весом слитков около 400 килограммов нескольких марок легированных сталей и сплавов. В начале 1967 года вошла в строй действующих первая в стране электроннолучевая вакуумная сталеплавильная печь на заводе «Днепроспецсталь». В ней получают сталь весьма высокой чистоты, идеальной плотности и нужной структуры. В СССР работает несколько таких печей.

Исследования в области изучения плазмы вскоре привели к созданию плазменных установок, использующих так называемую низкотемпературную плазму — порядка 10 000—20 000° С. Плазма привлекает производственников многими своими преимуществами. Струю плазмы можно сравнительно легко и точно регулировать в широких пределах. Металлурги заинтересовались двумя направлениями в использовании плазмы: выплавка специальных сплавов, ста-

ли и тугоплавких материалов в плазменных печах и развитие рудотермических процессов, связанных с прямым получением металлов из руд. Сейчас мы находимся в начальной стадии освоения плазменной технологии. В ряде стран испытываются первые установки. У нас в 1970 году введена в эксплуатацию плазменно-дуговая печь с керамическим тиглем.

Имеются сообщения специалистов о разработке способа плазменной плавки, которая в пять раз быстрее обычных способов. Обнадеживают и перспективы в направлении увеличения емкости установок. Ведутся работы по созданию печей с огнеупорной футеровкой емкостью от 2 до 90 тонн. Эти печи предназначаются для выплавки стали и сплавов в слитках.

В 9-й пятилетке увеличатся мощности по производству металла методом электрошлакового и вакуумного переплавов, намечено организовать производство стали и сплавов в электронно-лучевых и плазменных печах. Промышленность получит необходимые ей материалы, способные выдержать колоссальные давления, огромные перегрузки, воздействие химически агрессивных сред.

Таковы некоторые направления развития металлургии в период современной научно-технической революции. Развитие металлургических идей продолжается.

А если заглянуть в далекое будущее металлургии? Сейчас железо еще в славе и почете. Но, может, не за горами то время, когда новые материалы решительно вытеснят его? Какова же дальнейшая судьба железа и стали в условиях развивающейся научно-технической революции?

Действительно, в последние годы в СССР, США и других промышленно развитых странах коренным образом изменилось соотношение между ростом выплавки стали и промышленного производства в целом. В период между двумя войнами эти темпы приблизительно совпадали, а после второй мировой войны рост производства стали значительно отстает от роста промышленного производства.

Объяснить это явление вытесняющим действием цветных металлов, пластмасс и других материалов нельзя. Производство чугуна во всем мире со-

ставляло от производства всех металлов: в 1880 году — 95,65%, в 1939 — 94,06, в 1954 — 92,9%. 2,7% — вот доля, отвоеванная цветными металлами у железа за 75 лет. Из цветных металлов в наибольших масштабах растет выпуск алюминия, но он по весу и объему составляет только 1,5—4,5% к весу и объему выплавленной стали. Сейчас в мире производится более 11 миллионов тонн алюминия, а также свыше 7 миллионов тонн меди, 5 миллионов тонн цинка, 4 миллиона тонн свинца.

Даже с учетом различной плотности металла (1 тонна алюминия равна по объему 3 тоннам стали) алюминий заменил, в лучшем случае, около 9 миллионов тонн стали, т. е. менее 5% ее годового производства. Алюминий пока не может считаться серьезным конкурентом стали. Но и на далекое будущее высказываются такие предположения: мировое производство стали в 2000 году составит около 1 миллиарда тонн, алюминия — около 70 миллионов тонн, т. е. около 7%. Алюминий вытесняет в основном свинец, дерево и медь.

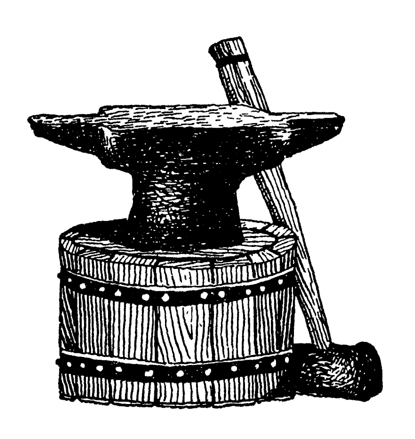
Весьма динамично растет производство пластмасс, но и они по весу и объему также составляют незначительную величину по сравнению с выплавкой стали (в 1970 году в мире было произведено 28 миллионов тонн пластмасс). Они пока стоят много дороже стали и сейчас заменяют главным образом цветные металлы, кожу, дерево. По данным международной комиссии ООН, изучавшей эту проблему, в 1967 году 6—7% потребления пластмасс было связано с замещением стали. Рост производства пластмасс связан в основном со специфическими свойствами этого материала. В частности, в последнее время широко применяются покрытия пластмассами металлических поверхностей.

Эксперты Европейской экономической комиссии ООН провели специальное исследование ряда отраслей и отдельных потребителей в наиболее развитых странах Европы и Америки для выявления степени вытеснения стали новыми материалами. Оказалось, что новые материалы вытеснили или смогли заменить лишь около 5% мирового производства стали. В ближайшие годы эти материалы могут сократить

возможный выпуск стали примерно на 7,5%. По мнению экспертов ООН, лишь в отдаленном будущем дальнейший прогресс науки и техники сможет привести к более существенным сдвигам в балансе конструкционных материалов в пользу новых. Среди основных конкурентов стали были названы алюминий и асбоцементные изделия.

Главной причиной некоторого отставания выплавки стали от роста промышленного производства служит сокращение удельного расхода металла на единицу изделий и мощности, что вызвано техническим прогрессом. Переход к легированным и нержавеющим сталям удлинил срок жизни металла, сократил его расход на машины и двигатели. Уменьшился удельный вес железнодорожного машиностроения, потреблявшего металл в большом количестве в течение многих десятилетий.

Век современной научно-технической революции — это век не только стали, но и алюминия, титана, различных сплавов, пластмасс и многих других материалов. Время, когда какой-либо один материал знаменовал собой эпоху в истории техники, кончилось. Будущее станет эпохой совместного использования различных конструкционных материалов. Однако при всем их многообразии сталь как конструкционный материал будет долго играть решающую роль в технике.



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Шухардин С. В. Георгий Агрикола. М., АН СССР, 1955.

Люди русской науки. Техника. М., «Наука», 1965 (главы: А. Чохов, И. Ф. и М. И. Моторины, П. П. Аносов, Д. К. Чернов, М. А. Павлов, М. К. Курако, И. П. Бардин).

Александров А. А. Семен Иванович Бадаев. М., «Наука», 1971.

Прокошкин Д. А. Павел Петрович Аносов. М., «Наука», 1971.

Гарин Ф. Запоздалое письмо. Историческая повесть о П. М. Обухове. М., «Советский писатель», 1972.

Александров И. (А. Бек), Григорьев Г. Курако. М., «Молодая гвардия», 1958.

Москвитин Н. Повесть о Макаре Мазае. М., Политиздат, 1971.

Мезенцев В. Бардин. М., «Молодая гвардия», 1970.

Федоров А. С. Творцы науки о металле. М., «Наука», 1969.

Казанец И. П. Черная металлургия в девятой пятилетке. М., «Металлургия», 1972.

Мезенин Н. А. Занимательно о железе. М., «Металлургия», 1972.

6П3(09)
М44

Мезенин Николай Александрович

М44 Повесть о мастерах железного дела. М., «Знание», 1973. 224 с.
(Серия «Жизнь замечательных идей»).

Книга посвящена истории черной металлургии. В ней рассказывается о том, как люди научились добывать и обрабатывать железо, о зарождении и развитии научных и технических идей, способствовавших совершенствованию металлургического процесса, о наиболее выдающихся русских, советских и зарубежных металлургах.

3—10
Т. п. 1973 г. № 144 — 6П3(09)

ОФОРМЛЕНИЕ ХУДОЖНИКА В. В. ЖДАН
Редактор
Н. Ф. Яснопольский
Художественный редактор
Л. С. Морозова
Технический редактор
Т. В. Самсонова
Корректор
С. П. Ткаченко

А 10296. Сдано в набор 18. I. 1973 г. Подписано к печати 28. VI. 1973 г. Формат бумаги 84×108[1]/32. Бумага типографская № 3. Бум. л. 3,5. Печ. л. 7. Усл.-печ. л. 11,76. Уч.-изд. л. 12,24. Тираж 75 000 экз. Издательство «Знание». 101835, Москва, Центр, проезд Серова, д. 3/4. Заказ 153. Цена 36 коп.

Ордена Ленина комбинат печати издательства «Радянська Україна», Киев, Анри Барбюса, 51/2. Заказ № 153.

Отпечатано с матриц на Чеховском полиграфическом комбинате Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Чехов, Московской обл. Заказ 1835

36 коп.

